



UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

**Máster Universitario en Formación del Profesorado de
Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanza de Idiomas**

Trabajo Fin de Máster

Curso 2016/2017

**MEJORA DE DISEÑO DE UNA UNIDAD
DIDÁCTICA SOBRE EL ESTUDIO DE LAS
REACCIONES QUÍMICAS**

Alumno: Juan Manuel Traverso Soto

Tutora: María del Mar Aragón Méndez

Especialidad: Física y Química

Puerto Real, Junio de 2017

**Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria
Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas**

UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

Trabajo Fin de Máster

**MEJORA DE DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA SOBRE EL ESTUDIO DE
LAS REACCIONES QUÍMICAS**

Alumno: Juan Manuel Traverso Soto

Tutora: María del Mar Aragón Méndez

Especialidad: Física y Química

El firmante de este Trabajo Fin de Máster declara que su contenido es original y de su autoría, asumiendo las responsabilidades que de cualquier plagio detectado pudieran derivarse. No obstante, quiere hacer notar que, como en todo trabajo académico, a lo largo del trabajo se incluyen ideas y afirmaciones aportadas por otros autores, acogándose en tal caso al derecho de cita.

En Puerto Real, a 12 de Junio de 2017

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'JMT', with a long horizontal stroke extending to the right.

Firmado: Juan Manuel Traverso Soto

RESUMEN

La presente memoria de Trabajo Fin de Máster trata de aplicar todos los conocimientos adquiridos durante el año para desarrollar la mejora del diseño de una unidad didáctica sobre el estudio de las reacciones químicas, impartida en la asignatura de Física y Química de 3º de ESO. Con este objetivo, se ha considerado tanto el marco normativo del currículo, como el desarrollo de los referentes teóricos, donde se ha analizado la evolución histórica de los contenidos tratados, las principales dificultades de aprendizaje asociadas al tema, y algunos aspectos relacionados con la estrategia basada en la construcción de modelos, propia del método constructivista, que será aplicada en el desarrollo de la unidad. Finalmente, se describen algunas conclusiones sobre las principales mejoras que han sido aplicadas, implicaciones educativas, y la futura formación docente necesaria.

ABSTRACT

The purpose of this Master's Thesis is to apply all knowledge acquired during the present year in order to develop the improvement of the design of a didactic unit on chemical reactions, taught in Physics and Chemistry subject for the 3rd year of Secondary Education (Spanish Education System). Both the normative framework of the curriculum and theoretical references, including historical evolution of treated contents, main learning difficulties related to the topic, and some aspects about modelization, typical of the constructivist method, which will be applied in the unit, have been considered. Finally, some conclusions about main improvements, educational implications, and future teacher training needed, are showed.

ÍNDICE

DOCUMENTO 1: MEMORIA	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REFERENTES TEÓRICOS DE LA PROPUESTA DE UNIDAD DIDÁCTICA MEJORADA.....	3
2.1 Fundamentos epistemológicos.....	3
2.2 Dificultades de aprendizaje.....	8
2.3 Fundamentos didácticos.....	12
3. PRESENTACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA MEJORADA.....	17
3.1 Justificación del sentido de la innovación presentada.....	17
3.2 Desarrollo de la propuesta didáctica mejorada.....	21
3.2.1 Objetivos.....	21
3.2.2 Contribución al desarrollo de las competencias básicas.....	22
3.2.3 Contenidos.....	25
3.2.4 Metodología.....	27
3.3 Relación de actividades a realizar por el alumnado.....	29
3.4 Evaluación del alumnado y de la propuesta didáctica.....	46
3.5 Medidas de atención a la diversidad.....	51
4. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS Y PARA LA FUTURA FORMACIÓN DOCENTE.....	52
5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	55

DOCUMENTO 2: ANEXOS A LA MEMORIA

SESIONES 1 Y 8: FICHA DE ACTIVIDAD A-1.....	60
SESIÓN 2: FICHA DE ACTIVIDAD A-2.....	64
SESIÓN 3: FICHA DE ACTIVIDAD A-3.....	69
SESIÓN 5: FICHA DE ACTIVIDAD A-4.....	72
SESIÓN 6: FICHA DE ACTIVIDAD A-5.....	74
SESIÓN 11: FICHA DE AUTOEVALUACIÓN A-6.....	78
SESIONES 12 Y 13: FICHA A-7.....	79
SESIÓN 13: FICHA A-8.....	81
ANEXO 9: RÚBRICAS DE EVALUACIÓN.....	82

1. INTRODUCCIÓN

El actual Trabajo Fin de Máster trata la mejora del diseño de una unidad didáctica, así como su presentación y justificación teórica, previamente impartida durante el periodo de prácticas y que aborda el tema dedicado al estudio de las reacciones químicas en la asignatura de Física y Química de 3º de ESO. Dicha temática forma parte del núcleo del bloque 3 de contenidos, “los cambios”, según el currículo dictado por el R.D. 1105/2014 del 26 de diciembre (BOE 03/01/2015) para el primer ciclo de la ESO, y concretado en la Orden de 14 de julio de 2016 (BOJA 28/07/2016) para 3º de ESO.

Para ello, en dicho diseño se han procurado aplicar el conjunto de competencias adquiridas en las diferentes asignaturas del Máster, especialmente aquellas más aplicables al proceso de enseñanza-aprendizaje.

El estudio de las reacciones químicas es de gran interés para el alumnado debido a que permite comprender los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor, siendo su correcta asimilación fundamental para avanzar en el estudio de la Química y de otras materias afines como la Biología (funcionamiento de los seres vivos y de nuestro cuerpo, equilibrio de los ecosistemas...), así como para dar explicación a situaciones cotidianas como fenómenos medioambientales (oxidación del hierro, efecto invernadero...) o procesos industriales (obtención de productos derivados del petróleo, análisis de la composición de una muestra...). Por ello, es importante que el aprendizaje de este tema se inicie en Educación Secundaria, con la finalidad añadida de poder establecer una base que permita profundizar en el mismo en cursos posteriores. Además, el conocimiento de las reacciones químicas debe formar parte de la base científica necesaria en 3º de ESO, ya que una parte del alumnado orientará sus futuros estudios hacia una rama más humanista o artística.

Con respecto al currículo de ciencias, la unidad didáctica planteada pretende acercar una visión submicroscópica de los procesos químicos, mediante la utilización de los modelos cinético-molecular, atómico y de colisiones. Con esta finalidad, una de las principales mejoras que se incorporan en dicha unidad es fomentar que el estudiante adquiera cierta habilidad en la construcción de dichos modelos, gracias al

apoyo de recursos como el uso de analogías (fichas de colores) y representaciones gráficas (diagramas de partículas) planteadas en algunas actividades de la secuencia, o la realización de experiencias investigativas que permitan modelizar a través de la indagación, con el objetivo de establecer una conexión entre lo que se puede observar (visión macroscópica) y la visión submicroscópica o abstracta. Además, el alumnado deberá ser capaz de representar de manera simbólica (ecuaciones químicas) la interpretación que obtiene de la realidad a partir de los modelos científicos aplicados. De hecho, esta unidad es fundamental para conseguir que los estudiantes puedan moverse sin dificultades entre los tres niveles de modelización científica (macroscópico, submicroscópico y simbólico).

Asimismo, este tema contribuye a la alfabetización científica del alumnado al ofrecer una imagen de ciencia más cercana a las problemáticas actuales (procesos industriales, contaminación...), suponiendo una oportunidad para desarrollar capacidades intelectuales, como la reflexión crítica o la argumentación ante situaciones reales, que los futuros ciudadanos deben poseer. Con esta finalidad, a lo largo de la secuencia de actividades de la unidad mejorada, aunque sobre todo en las últimas sesiones, se ha fomentado que los estudiantes cuenten con la oportunidad de hacer uso de los conceptos aprendidos para analizar diferentes situaciones contextualizadas en la realidad (oxidación del hierro, análisis de la malaquita, analizar las causas del efecto invernadero...). De esta manera, se conseguirá que los alumnos/as muestren una actitud más favorable hacia el estudio del tema, que se conseguirá también al emplear estrategias y recursos en la mejora de la unidad para obtener un mayor protagonismo del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, cobran mayor importancia las actividades prácticas tanto en laboratorio como en el aula, donde los estudiantes participarán en grupo, fomentando el trabajo cooperativo, para plantear predicciones, argumentaciones, o estrategias que les permitan resolver las situaciones-problema que deben superar.

Tras la presentación de esta memoria fin de Máster, donde se han mostrado brevemente las principales consideraciones generales que se han tenido en cuenta para el desarrollo de la propuesta didáctica mejorada, así como la importancia de la temática tratada para los estudiantes, se procederá a describir de forma resumida los apartados seguidos en la elaboración de la misma.

En primer lugar, se planteará un marco teórico para fundamentar la unidad didáctica mejorada, en torno al ámbito epistemológico (relacionado con la visión de la naturaleza de las ciencias a través del análisis histórico de los contenidos tratados en la unidad), pedagógico (mediante el análisis de las principales dificultades de aprendizaje asociadas a la temática), y didáctico (aplicando un enfoque constructivista y una metodología basada en la modelización).

A continuación, se presentará la planificación de la unidad didáctica mejorada, comenzando con una justificación de la innovación planteada, para posteriormente continuar con el análisis curricular y la planificación de la secuencia de actividades prevista, y terminar con el capítulo dedicado a la evaluación del proceso de enseñanza y del aprendizaje adquirido por el alumnado, describiendo los instrumentos necesarios para conseguir tal finalidad.

Por último, se exponen una serie de conclusiones sobre las mejoras realizadas en esta memoria con respecto a la unidad didáctica impartida en las prácticas, además de algunas resultantes del paso por el Máster, de las que se extraerán algunas valoraciones de otras posibles mejoras adicionales para mejorar su impartición durante el desarrollo de las clases, así como de las necesidades futuras para la formación como docente.

2. REFERENTES TEÓRICOS DE LA PROPUESTA DE UNIDAD DIDÁCTICA MEJORADA

2.1. Fundamentos epistemológicos

Teniendo en cuenta que el sentido de la unidad didáctica propuesta es introducir el concepto de cambio químico al alumnado, y que existen muchos obstáculos asociados al aprendizaje de este tema (se explicarán en el siguiente apartado), una retrospectiva para analizar la evolución histórica del pensamiento científico en torno a aspectos como la naturaleza continua o discontinua de la materia, o la interpretación de fenómenos naturales como las reacciones de combustión, puede servir para afrontar mejor estas dificultades que también se encontraron los científicos de otras épocas.

En la química actual, los conceptos de elemento y átomo mantienen una posición muy importante, ya que sobre estos se sostiene el estudio de las reacciones químicas. Por ello, nos basaremos en el trabajo de González Fernández (1999) para hacer un recorrido histórico en torno a la idea de materia y su naturaleza.

Todo comenzó en la Antigua Grecia, donde los primeros pensadores discutían sobre la naturaleza de la materia y dieron lugar a dos corrientes explicativas bien diferenciadas. Leucipo (siglo V a.C.) y Demócrito (siglo V-IV a.C.) pertenecieron a la corriente conocida como “atomismo”, que sentaba las bases en considerar los “cuerpos” constituidos por átomos pequeños e indivisibles, todos de la misma sustancia y que solo se distinguían por tamaño y forma. Por otro lado, Aristóteles (siglo IV a.C.) criticó a los partidarios de esta doctrina ya que defendía la naturaleza continua de la materia, al estar constituida por cuatro elementos diferentes (tierra, agua, aire y fuego) en una proporción determinada para dar lugar a una entidad homogénea y con unas cualidades concretas (depende de la proporción en la que se combinan los elementos). Esta última teoría terminó imponiéndose sobre el “atomismo”, y perduró hasta casi la mitad del siglo XVII cuando, gracias a las agudas críticas a la teoría de los cuatro elementos publicadas por Robert Boyle en *The Sceptical Chymist* (1661), se plantea la posibilidad que los “cuerpos” puedan estar constituidos por otras sustancias más simples que no pueden separarse en otras, renaciendo, por tanto, de nuevo con fuerza el “atomismo” dentro un marco filosófico mecanicista.

Sin embargo, fue Lavoisier, en el siglo siguiente, el que consiguió definir el concepto de “cuerpo simple” de una forma operativa. De hecho, define elemento desde un punto de vista estrictamente experimental:

“...si... unimos al nombre de elementos o principios de los cuerpos la idea del último término al que se llegó por vía analítica, entonces todas las sustancias que hasta ahora no hemos podido descomponer por cualquier medio serán para nosotros otros tantos elementos” (Lavoisier, 1982: 11).

En este fragmento, el autor no distingue entre elemento y “cuerpo simple”, y se definen en función de si se pueden separar o no de forma analítica, independientemente de que la materia pueda estar o no constituida por átomos.

Una vez superado el primer gran eje histórico del análisis del modelo de materia (Antigua Grecia-siglo XVII), Cabrera Castillo y García Arteaga (2014) recopilan una serie de hitos relacionados con el concepto de cambio químico, con la finalidad de intentar elaborar un modelo que aunara todas las partes, reflejadas de forma esquemática en la figura 1, que promovieron el desarrollo de las reacciones químicas entre los siglos XVIII y XIX.

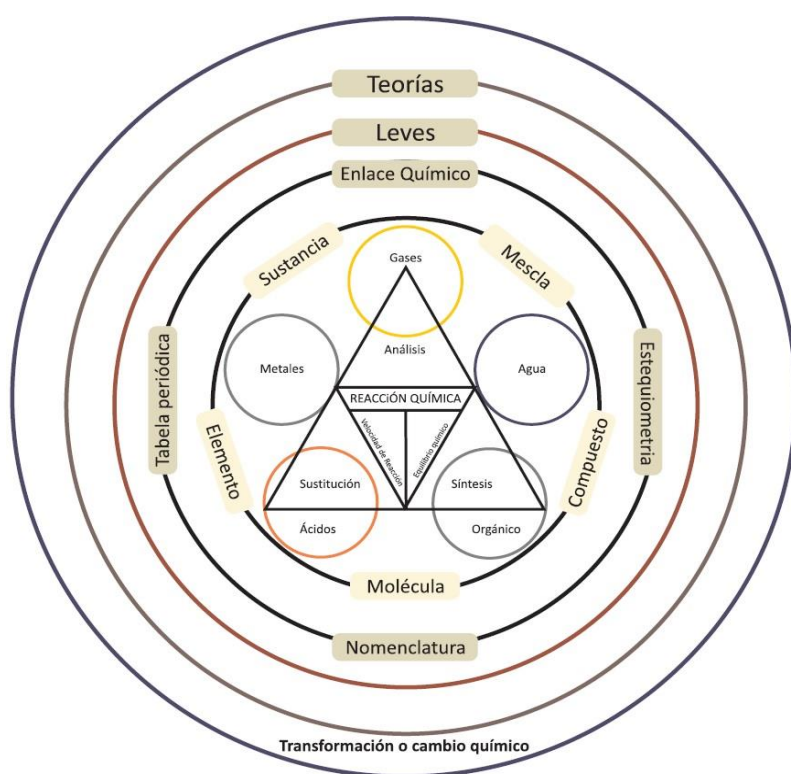


Figura 1. El cambio químico entre los siglos XVIII y XIX (Fuente: Cabrera Castillo, 2013)

En primer lugar, en esta figura se puede observar como el estudio de los gases en el siglo XVIII fue uno de los soportes fundamentales sobre el que se asentó el desarrollo de la química. Uno de los principales precursores en el estudio del comportamiento de los gases fue J. Black, al comprobar de forma experimental la liberación de “el aire fijo” (dióxido de carbono) a partir de la *magnesia alba* (carbonato de magnesio). Las conclusiones de sus estudios permitieron eliminar la idea de Van Helmont sobre la no aparición de los gases en las reacciones químicas. Gracias a las

aportaciones de Black, otros investigadores se dedicaron al estudio de nuevas sustancias gaseosas, como Scheele quien consiguió identificar el oxígeno, Priestley al obtener gas amoníaco, gas sulfuroso o nitrógeno, entre otros, y Cavendish con su descubrimiento del “aire inflamable” (hidrógeno). Además, las investigaciones de Cavendish permitieron aplicar métodos cuantitativos a los gases por primera vez, y mostraron que tanto sus propiedades físicas como químicas eran igualmente importantes (Leicester, 1967).

Por otro lado, Stahl se dedicó a investigar las reacciones de combustión y calcinación, estableciendo que todos los cuerpos combustibles, al quemarse, liberaban un componente inflamable o “tierra grasa” que denominó “flogisto”. En concreto, siguiendo con lo mostrado en la figura 1, las reacciones de calcinación de metales también despertaron la curiosidad de los científicos de la época. Sin duda, uno de los investigadores más destacados en este campo fue Lavoisier, quien demostró que el aumento de peso de algunos precipitados metálicos al ser calcinados se debía a la unión de la “porción más pura y más solubre del aire” con los metales (Lavoisier, 1775). Este argumento sirvió para establecer el oxígeno como principio activo de diferentes tipos reacciones como las de combustión, calcinación, corrosión...

Las investigaciones de Lavoisier fomentaron el uso de la experimentación para el estudio de las reacciones químicas desde 1770, originando también una corriente de pensamiento enfrentada a la teoría del “flogisto” defendida por Stahl y sus partidarios, quienes apoyaban la química basada en las explicaciones y no en la experimentación. El hecho de considerar el flogisto un “espíritu” que salía o entraba de los cuerpos, cuando estos entraban en combustión, no explicaba satisfactoriamente el aumento de peso producido en algunos metales al ser calcinados. Por tanto, Lavoisier consideraba anómala esta interpretación e inició una ardua investigación que concluiría en la negación demostrada del “flogisto”, y la aceptación definitiva del oxígeno, como componente responsable de las reacciones de combustión.

En la figura 1 también se destacan otras reacciones de interés que contribuyeron a impulsar el desarrollo de la química tales como las de obtención de

ácidos (ácido clorhídrico, ácido sulfhídrico...), y aquellas relacionadas con los procesos orgánicos (fermentación, transpiración y respiración).

La nueva forma trabajar en química a partir de la experimentación, iniciada por Lavoisier, dio lugar también a la necesidad de los científicos de finales del siglo XVIII y principios del XIX por conocer los nombres de los productos que obtenían en las reacciones que estudiaban, por ello se comenzó a instaurar una *nomenclatura* común que sirviera para mejorar la comunicación entre ellos y entender los resultados que se fueran publicando. Asimismo, Berzelius estableció la utilización de *fórmulas* para representar las características de las sustancias, las cuales comenzaron a ser usadas en *ecuaciones químicas* para representar las reacciones químicas.

Retomando de nuevo el análisis histórico establecido por González Fernández (1999) sobre la naturaleza de la materia, a principios del siglo XIX, coincidiendo con el establecimiento un lenguaje común (nomenclatura, fórmulas y ecuaciones químicas) que comenzó a unificar el mundo de la química, se publica la teoría atómica de Dalton. A partir de su aparición, por cada elemento va a existir un tipo de átomo, terminando con la creencia tradicional en una variedad infinita de partículas atómicas. Además, desaparece la especulación asociada al “atomismo” antiguo, ya que los átomos se pueden diferenciar a partir de la determinación experimental de su peso atómico, característico de cada uno, mediante cálculos indirectos.

Sin embargo, en este periodo también aflora con fuerza el pensamiento filosófico positivista, anclado en mantener la confusión conceptual entre elemento y “cuerpo simple”, basándose en las definiciones de Lavoisier, hasta bien avanzado el siglo.

Todo se mantendrá igual hasta que Mendeleyev publica en 1869 el libro *Principles of Chemistry* donde se establece la ley periódica como base organizativa para clasificar los elementos existentes, y aquellos que estaban por ser descubiertos, en la denominada *tabla periódica*. Esto obliga a Mendeleyev a distinguir entre elemento y “cuerpo simple”, al llegar a la conclusión de que solo los elementos cumplían las relaciones periódicas. Por tanto, Mendeleyev concluye en que los “cuerpos simples”, también llamados moléculas, son aquellas sustancias que pueden

ser sintetizadas en el laboratorio, y los elementos son entidades comunes dichos cuerpos simples y los compuestos que constituyen, siendo además, los que subsisten en las reacciones químicas.

Una vez que termina asentándose la química de los elementos de Mendeleev, ya a principios del siglo XX, el nuevo modelo atómico hace sus últimas aportaciones a la interpretación del cambio químico al considerar que los átomos, cuando interaccionan, forman enlaces químicos entre ellos, estando relacionadas las propiedades de las sustancias con el tipo de enlace que se constituye.

Tras haber realizado este recorrido histórico, se puede llegar a la conclusión de que la historia de la química está llena de una amplia variedad de experiencias prácticas que han permitido su desarrollo, y aporta mucho en esta línea. Si analizamos el papel de la experimentación en los procesos de enseñanza de las ciencias, se puede destacar la poca importancia que se le da en los libros de texto, siendo la finalidad de los experimentos que se proponen puramente demostrativa de lo que dice la teoría (García, 2011, citado por Cabrera Castillo y García Arteaga, 2014).

En definitiva, el análisis de la evolución histórica de la idea de materia y del fenómeno de cambio químico, nos permite utilizarla como instrumento de aprendizaje para plantear experimentos prácticos cualitativos que permitan ayudar en la construcción de modelos explicativos que, tal como se ha visto, han sido necesarios a lo largo de la historia para la comprensión de la química. Además, la visión de las dificultades e ideas contrapuestas que han conducido al modelo de cambio químico actualmente aceptado, nos permitirá acercarnos a las dificultades que tendrá el alumnado a la hora de entender el tema, y mostrar la ciencia tal como es, maravillosa pero también imperfecta al ser una creación humana.

2.2. Dificultades de aprendizaje

Actualmente, el estudio del cambio químico supone un pequeño desafío en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto por el nivel de abstracción que se necesita para conseguir una comprensión adecuada de las reacciones químicas como por las

ideas previas erróneas con las que puede contar el alumnado de entre 12 y 15 años sobre dicha temática.

De hecho, varios estudios han centrado sus investigaciones en analizar las preconcepciones y dificultades más comunes entre los estudiantes en este rango de edades, de las cuales se pueden destacar las siguientes:

1. La capacidad de los estudiantes para diferenciar elementos, compuestos, sustancias o mezclas es bastante pobre ya que, a pesar de conocer el modelo corpuscular, no suelen aplicarlo al hablar de estos conceptos (Landau, Ricchi y Torres, 2014). De hecho, la visión macroscópica de la materia (la continuidad) suele predominar sobre la visión submicroscópica (no observable) de la misma (Benarroch Benarroch, 2000, 2001; Gómez Crespo, 1996). Esto explica el hecho de que el alumnado atribuya muchas veces propiedades macroscópicas de las sustancias (como el color o la conductividad) a partículas como los átomos o las moléculas, llegando incluso a considerar que dos sustancias constituidas por el mismo elemento químico, tales como una fibra y clavo de hierro, son diferentes solo porque no tienen la misma forma (Ben-zvi et al., 1986, citado por Kind, 2004). Asimismo, según el estudio realizado por Briggs y Holding (1986), citado por Kind (2004), los estudiantes suelen considerar que un elemento es una sustancia en la que todas las partes son iguales, es decir, una sustancia “simple” o “pura” que cuenta con unas propiedades físicas determinadas, o incluso algunos alumnos/as confunden “elemento” con cambios químicos.

2. Guardando relación con lo anterior, se puede observar como los estudiantes presentan dificultades para distinguir entre los cambios químicos y los cambios de estado o las disoluciones (Kind, 2004; López González y Vivas Calderón, 2009). Esto se puede deber, según Gensler (1970), a que la percepción del alumno/a es puramente sensorial, ya que su visión corpuscular de la materia es escasa, y la información que recibe entra en conflicto con lo que se le enseña, dando lugar a confusión. Por ejemplo, el autor señala como el hecho de disolver azúcar o sal y volver a recrystalizarlos exige de un “acto de fe ciega” por parte del alumnado para creer que es un “cambio físico”, ya que para el estudiante el soluto recrystalizado no es la misma sustancia original al tener un aspecto

diferente. Por otro lado, otros estudios muestran como no solo los alumnos/as confunden el cambio químico con la variación de diferentes propiedades de una sustancia (color, volumen, masa...), sino que también piensan que esta se ha “fundido” o “disuelto”, cuando realmente se ha producido un cambio de estado (Kind, 2004).

3. La amplia variedad de términos relacionados con la química es otra de las dificultades que se puede encontrar el alumnado, debido a que en el contexto diario algunos de estos suelen tener un significado diferente al científico. Así, muchos estudiantes utilizan la palabra “sustancia” como sinónimo de “material”, o la intercambian con “elemento” o “átomo” (Kind, 2004). Otro concepto que suele dar problemas es el de “pureza”, ya que se suele entender como ausencia de contaminación o alteración. Por ejemplo, Johnson (1996), citado por Kind (2004), destaca que los adolescentes consideran que la sal de roca es “pura”, mientras que la sal extraída de este mineral es “impura” porque piensan que ha sufrido un cambio químico en lugar de un proceso de purificación.

5. El uso y la comprensión del propio lenguaje científico es causa también de muchos problemas entre los estudiantes, ya que les cuesta entender textos de actividades, lecturas, problemas... (Blanco y Prieto, 1994).

6. Una dificultad común a todas las materias científicas es el poco tiempo disponible para que el estudiante pueda consolidar el aprendizaje de una idea (Kind, 2004). Por tanto, esto da lugar a que en el pensamiento del alumno/a se mezclen sus propias preconcepciones con las ideas científicas que va adquiriendo y, por tanto, no se pueda desarrollar un aprendizaje significativo que, según Ausubel, se basa en la exploración de las ideas previas del adolescente con la finalidad de reestructurar las erróneas de manera progresiva.

En resumen, el aprendizaje del alumnado se ve muchas obstaculizado por diversos factores: ideas alternativas originadas en el entorno cotidiano, problemas derivados del uso no científico del lenguaje, preconcepciones erróneas originadas en el ámbito escolar,.... Estos obstáculos están directamente relacionados con el nivel de desarrollo cognitivo del alumnado.

De hecho, los esquemas de pensamiento del alumnado de 3º de ESO, desde el punto de vista del nivel de abstracción de los contenidos implicados, estarían situados en la etapa formal inicial (12-15 años). Según Shayer y Adey (1984), en dicho estadio se darían las siguientes dificultades con respecto a esta unidad didáctica:

- Teoría cinético-molecular: Se deberá hacer uso de la misma para explicar los fenómenos a través de relaciones simples. Por ejemplo, al explicar la formación de productos en una reacción química, se deberá explicar que las moléculas de los reactivos están en continuo movimiento, y chocan entre sí con suficiente energía como para que se rompan los enlaces y se originen nuevas sustancias. Asimismo, la utilización de analogías o representaciones esquemáticas facilitará aún más la comprensión de la teoría de colisiones de las reacciones químicas por parte del alumnado.

- Compuestos, reacciones y su representación química: Los alumnos pueden llegar a entender la conservación de los elementos en una reacción química (entendida como una reordenación de los átomos de los reactivos). Se puede comprender el significado de las ecuaciones químicas y como representarlas, pero el alumnado encontrará dificultades en el ajuste de las mismas.

De hecho, será de más fácil comprensión la aplicación del principio de conservación de la masa en la etapa del pensamiento formal avanzado (15-18 años), debido a que se cuenta con una mayor capacidad de abstracción para la resolución de ecuaciones (pensamiento correlacional, capacidad de control de variables, proporcionalidad...).

Por tanto, se deberá recurrir a la utilización de métodos predeterminados y divididos en pocos pasos para que el alumnado de 3º de ESO sea capaz de ajustar reacciones químicas sencillas, evitando que necesiten hacer un uso excesivo del pensamiento abstracto.

- Velocidad de reacción: El alumnado utilizará un razonamiento causal simple (Ej.: al aumentar la temperatura, aumenta la velocidad de reacción porque la energía de las moléculas es mayor y se dan choques más intensos entre ellas). Por tanto, sería adecuado recurrir a experimentos de laboratorio y ejemplos que favorezcan que el alumnado pueda llegar a obtener sus propias conclusiones sobre los diferentes factores que influyen en la velocidad de una reacción

química, iniciándose en el desarrollo del pensamiento hipotético-deductivo y de control de variables.

En definitiva, todas las dificultades de aprendizaje analizadas en este apartado deberán ser tenidas en cuenta para conseguir mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado de 3º de ESO. Por tanto, habrán sido consideradas a la hora de diseñar y planificar la unidad didáctica que se propone más adelante.

2.3. Fundamentos didácticos

En este apartado, antes de tratar la planificación de la unidad didáctica, es importante que se haga una breve reflexión sobre la metodología de enseñanza o modelo que seguirá la secuencia de actividades sobre la que se sustentará el diseño de la misma.

La unidad didáctica que se propone partirá del modelo socio-constructivista (Driver, 1994; Coll et al., 2000; Posner et al., 1982), basado en las ideas de Ausubel et al. (1989) sobre el aprendizaje significativo, reflexivo, y duradero al quedar bien integrado en los razonamientos del alumnado, no apoyándose tanto en la utilización de la memoria para aprender. Este enfoque es mucho más útil en una sociedad cada vez más compleja donde no solo se requiere el aprendizaje de conceptos científicos, sino de actitudes y habilidades para la toma de decisiones en el día a día (Reid y Hodson, 1993; Pro, 1988). Asimismo, según Ausubel, Novak y Hanesian (1991) la actuación del docente como transmisor de conocimientos cambia hacia un papel más activo del alumno/a, siendo corresponsable de su aprendizaje mediante la construcción a partir de sus propias ideas, lo cual es entendido, según Vygotsky, como un proceso social y colectivo, donde el trabajo colaborativo adquiere una gran relevancia (constructivismo social).

La correcta aplicación de este modelo de aprendizaje implica establecer puentes entre las ideas preconcebidas de los estudiantes, y los conocimientos nuevos que el docente trata de introducir. Para ello, se promueve la exploración y explicitación de las ideas previas del alumnado, con la finalidad de desarrollar un proceso gradual de enriquecimiento y reestructuración de dichas preconcepciones (Scott, Asoko y

Driver, 1991). Por tanto, en primer lugar, se hará uso de la lluvia de ideas para intentar averiguar lo que piensan los alumnos/as, evitando mostrar conformidad o disconformidad con las respuestas obtenidas para no condicionarlas.

Conocidas las preconcepciones que no son adecuadas desde el punto de vista científico, nuestra estrategia de enseñanza, siguiendo el enfoque socio-constructivista antes mencionado, pretende conseguir el cambio conceptual a través de la construcción de modelos por parte del alumnado. Dicha estrategia pretende que los alumnos/as vayan siendo conscientes de la necesidad de un modelo científico cada vez más preciso para explicar los fenómenos reales, y ello llevará a la incorporación de nuevos conceptos que serán posteriormente consolidados en actividades de aplicación, permitiendo que verifiquen la utilidad de lo aprendido.

En primer lugar, la propuesta de enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos parte de la idea de que los alumnos/as deben llegar a obtener una visión general sobre la naturaleza y utilidad de los modelos en el ámbito científico. Para ello, el docente debe desarrollar actividades que permitan tratar este aspecto, con la finalidad de que el alumnado llegue a comprender el significado de un modelo en ciencias, diferente del que tiene en la vida cotidiana, en el cual se representa parcialmente un aspecto de la realidad para cumplir un objetivo específico (Justi, 2006).

Sin embargo, varios estudios (Bent, 1984; Clement, 1989) muestran la dificultad que existe para desencadenar un cambio en el punto de vista del alumnado sobre la naturaleza de los modelos, si solo nos apoyamos en la exposición de definiciones formales o en el análisis de un único tipo de modelización. Por ello, puede resultar interesante que los estudiantes se impliquen en actividades de elaboración de modelos para que puedan asimilar más fácilmente en qué consisten los mismos, y que además lleguen a aprender el proceso de construcción y la finalidad de algunos modelos científicos (tanto los aceptados actualmente por la comunidad científica, como aquellos que hayan sido admitidos en un determinado contexto histórico) (Erduran, 2001, citado por Justi, 2006). Por tanto, esta propuesta de enseñanza tiene un gran potencial para contribuir, mediante un aprendizaje participativo, a que el alumnado alcance todos los objetivos que, según Hodson (1992, 2003, citado por

Justi, 2006), se deben conseguir en la enseñanza de las ciencias al ponerlo en condición de:

- *Aprender ciencia*, los alumnos/as deben conocer las características de los modelos científicos que el docente pretende enseñar a partir de sus propias ideas.
- *Aprender sobre ciencias*, los alumnos/as deben conocer adecuadamente la naturaleza de los modelos y ser capaces de valorar el rol desempeñado por los mismos en los propósitos de la ciencia.
- *Aprender a hacer ciencia*, los estudiantes deben ser capaces de elaborar sus propias explicaciones y previsiones obtenidas a partir de modelos contruidos por ellos mismos, que serán además evaluados para reformularlos si fuera necesario.
- *Implicarse en acciones sociopolíticas*, si el alumnado, gracias a que los conocimientos en *hacer ciencia* y *pensar sobre ciencia* se adquieren a partir de situaciones no desvinculadas del mundo actual, consigue obtener la capacidad para reaccionar correctamente en diferentes contextos sociales, ambientales y tecnológicos.

Para conseguir el aprendizaje y los objetivos propuestos, el proceso de construcción de modelos se apoyará muchas veces en el uso de los recursos más adecuados como experiencias prácticas, analogías, y recursos audiovisuales (animaciones, videos, imágenes...), los cuales permitirán enlazar las escalas macroscópica (lo visible) y submicroscópica (requiere un cierto nivel de abstracción para su correcta interpretación).

De hecho, la aplicación de experiencias relacionadas con el objeto a modelar promoverá la contextualización del proceso de elaboración del modelo en el proceso de enseñanza, consiguiéndose al mismo tiempo la motivación del alumnado. Tales experiencias pueden ser:

- a) Informaciones ya existentes, siendo tanto los propios conceptos como las relaciones que existen entre éstos y que ya forman parte del pensamiento del estudiante. Ambos pueden haberse originado en su entorno cotidiano o en situaciones escolares anteriores.
- b) Informaciones adquiridas en el momento, que pueden originarse en:

- Fuentes bibliográficas (verbales o visuales), suministradas o no por el docente en función de los objetivos de la actividad (Ej.: si se quiere fomentar la búsqueda de información).
- Experiencias cotidianas o de aula para la obtención de observaciones empíricas por parte del docente o del alumnado.

Respecto al uso de este último tipo de experiencias, la realización de pruebas experimentales supone una fuente de información importante y común de los fenómenos en química, debido a que los modelos suelen representar entidades atómicas o moleculares que requieren de un cierto nivel de abstracción y no se pueden observar en el día a día del alumno/a. Asimismo, siguiendo con la estrategia de nuestra propuesta, la experimentación se utilizará no solo para la obtención de datos y conclusiones, sino también para la construcción y mejora continua de los modelos (Erduran, 2001, citado por Justi, 2006). Un aspecto importante a señalar es la naturaleza investigativa que deben tener los experimentos (Caamaño 2003, 2004), evitando el estilo de *receta* que conduce al alumnado a una respuesta concreta, para estimular la capacidad de observación e indagación, y el pensamiento crítico de los estudiantes en la solución de problemas abiertos con varias soluciones posibles (Aleixandre, 2012). Además, en el trabajo de Madrid y colaboradores (2013) se sintetizan otras potencialidades derivadas del uso de experiencias prácticas, tales como la relación que permiten establecer entre lo abstracto (la teoría) y lo concreto (la realidad), o el aumento de motivación del alumnado al aprender de forma participativa.

Por otro lado, varios autores recomiendan el establecimiento de relaciones de analogía con elementos externos al modelo (Aragón et al., 1999; Justi, 2006) debido a su versatilidad, siendo especialmente importante en la “selección del *origen* del modelo” que tiene lugar al mismo tiempo que “tener experiencias con el *objeto* a modelar”. Además de ser un recurso importante para asimilar la modelización, la utilización de analogías permite desarrollar la creatividad, la abstracción, la capacidad crítica y la autonomía del alumnado, cuando tiene lugar de forma espontánea en el pensamiento del alumno/a o gracias las preguntas formuladas por el profesor/a. Sin embargo, el docente debe hacer ver al alumnado en todo momento que mediante las

analogías se comparan elementos de dos ámbitos diferentes, presentando, por tanto, limitaciones en sus usos.

Otros trabajos destacan la utilidad de la aplicación de los recursos audiovisuales (Gregorius et al., 2010; Raviolo et al., 2004) para favorecer en los estudiantes el enlace entre los modelos macroscópico y submicroscópico, ya que se potencia el aprendizaje cuando las explicaciones del docente se apoyan en el uso de imágenes, videos, animaciones o dibujos.

Todos estos recursos serán aplicados durante el desarrollo de la unidad didáctica ya que pueden ser de utilidad para relacionar los diferentes niveles de modelización (macroscópico, submicroscópico y simbólico) previstos en la enseñanza de las reacciones químicas (Johnstone, 1993).

Además, en las diferentes etapas de modelización debemos considerar la importancia que el entorno puede tener en el desarrollo de cada alumno/a, tal como señala Vygotsky. Por tanto, además de la enseñanza basada en la elaboración de modelos, se favorecerá el aprendizaje cooperativo, lo cual favorece una construcción activa del conocimiento gracias las interacciones alumno/a-alumno/a y alumno/a docente (Paulson, 1999, citado por Madrid et al., 2013).

Otro de los elementos metodológicos que se deberá tener en cuenta será el desarrollo temporal y la estructura de las clases. Teniendo en cuenta la estrategia de enseñanza planteada, se deberán secuenciar las actividades a realizar por el alumnado, de tal manera que este cuente con tiempo para asimilar progresivamente los nuevos conocimientos adquiridos (siguiendo la teoría de Piaget). Para ello, se deberán organizar los contenidos de menor a mayor dificultad, desde lo cualitativo hasta lo cuantitativo, y de lo concreto (nivel macroscópico) a lo más abstracto (nivel simbólico), como sugieren diferentes estudios (García Barros et al., 2007; Madrid et al., 2013).

Con respecto al proceso de evaluación, y de acuerdo con la estrategia de enseñanza adoptada, es importante que se haga un seguimiento tanto la evolución de las ideas del alumnado (para comprobar si se está produciendo un cambio

conceptual), como la idoneidad de la propuesta didáctica para que se consigan cumplir todos sus objetivos (Sánchez Blanco et al., 1997).

A continuación, se detallará la planificación de la unidad didáctica, así como la secuencia de actividades que se deberá desarrollar en cada sesión.

3. PRESENTACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA MEJORADA

3.1 Justificación del sentido de la innovación presentada

El objetivo de este Trabajo Fin de Máster es el de mejorar la propuesta didáctica diseñada e impartida durante el período de prácticas en un instituto de educación secundaria, aplicando la estrategia de enseñanza basada en la elaboración de modelos fundamentada en el apartado anterior.

Durante el periodo como docente en prácticas, se intentó aplicar una estrategia de enseñanza constructivista, basada en promover la participación y una actitud positiva del alumnado hacia la ciencia, la utilización de modelos para mejorar la comprensión de conceptos abstractos, demostraciones experimentales, etc. Sin embargo, en el día a día el alumnado participó poco en el proceso de construcción de modelos y, aunque se les dio la ocasión de aplicarlos, estos fueron propuestos de antemano.

Por otro lado, aunque es cierto que se tuvieron en cuenta las preconcepciones del alumnado para favorecer el cambio conceptual a lo largo de la unidad didáctica, insistiendo en muchas de las dificultades de aprendizaje mencionadas en la bibliografía, no hubo tiempo suficiente para que este elaborase los modelos de cambio químico. Aun así, la metodología fue un éxito parcial ya que se consiguió una elevada participación y motivación generalizada del alumnado, la comprensión de conceptos abstractos gracias a la utilización de recursos tales como analogías por parte del docente, la promoción de otras actitudes y valores como el respeto por el medio ambiente (lluvia ácida, efecto invernadero...), transmitir como trabaja un científico en la realidad (mediante la muestra de ejemplos reales), etc. No obstante, también se

llegó a observar en algunas sesiones una falta de interés y esfuerzo para realizar ciertas actividades de aplicación, tomar anotaciones, dedicar la atención a lo que se explicaba y otros aspectos relacionados con la desmotivación detectada entre los estudiantes, probablemente debido a un distanciamiento entre lo académico y lo cotidiano (Aragón, 2004), lo que hace concluir en que sea conveniente un cambio en la estrategia didáctica. Por tanto, a grandes rasgos, los principales cambios con los que contará esta unidad didáctica mejorada serán los siguientes:

1) Fomentar la curiosidad y la actitud favorable del alumnado ante el aprendizaje de la ciencia. Para ello, aumentará la participación de los alumnos/as, a nivel grupal, en diversas actividades de la secuencia que se planteará, contribuyendo al mismo tiempo al trabajo cooperativo, y se utilizarán recursos variados a lo largo de las diferentes sesiones previstas (búsqueda y selección de información sobre procesos químicos de interés, realización de experiencias de laboratorio, hacer uso de analogías...). Además, se utilizarán elementos relacionados con el entorno cotidiano del alumnado en la redacción de ejercicios, en el uso de ejemplos, y en la construcción de analogías relativas a los modelos explicativos sobre cambio químico (Ej.: grupos de estudiantes para representar sustancias que intervienen en una reacción química, o fichas de colores que representen diferentes elementos químicos).

2) Otro cambio significativo estará relacionado con la aproximación de los contenidos. A lo largo de las prácticas, los modelos explicativos sobre cambio químico se mostraron ya contruidos, pasando directamente del estudio del modelo atómico al modelo de colisiones para la interpretación de cómo se producen las reacciones químicas, siendo este salto tan brusco de gran dificultad de comprensión para el alumnado. Ahora se propone, estableciendo como contexto inicial el estudio de las reacciones de oxidación, plantear diversos experimentos prácticos de naturaleza investigativa donde se desarrollen algunas de dichas reacciones, y posteriormente otras distintas, con la finalidad de dar la oportunidad al alumnado de construir en grupos, bajo la tutela del profesor, los diferentes modelos de cambio químico. Se considera que, aunque este proceso de construcción de modelos puede exigir un cierto nivel de abstracción de los alumnos/as, es importante que se lleve a cabo para interpretar desde un punto de vista científico los fenómenos que se observan a nivel

macroscópico, y, finalmente, conseguir relacionar los tres niveles de representación (macroscópico, submicroscópico y simbólico).

De hecho, los autores De Vos y Verdonk reconocen que cambiar el pensamiento de los alumnos es difícil al comentar que "...la mayoría de los estudiantes atribuyen una identidad particular a una molécula y suponen que la molécula conserva esta identidad a lo largo de las reacciones químicas..." (De Vos y Verdonk, 1987, citado por Kind, 2004). Esto se suele originar en la tendencia de los estudiantes a depender de los modelos de la materia continua cuando piensan sobre las reacciones químicas (Kind, 2004), por lo que atribuyen a las partículas las propiedades macroscópicas de las sustancias (un átomo de cobre conduciría la corriente eléctrica o las partículas de sulfato de cobre son azules), o llegan a considerar dos formas constituidas por el mismo elemento químico como sustancias diferentes, debido a variaciones estructurales macroscópicas (una fibra y un clavo de hierro).

Así, diferentes autores se han ocupado de esta tendencia de los estudiantes a pensar que se conserva la identidad de las sustancias si no se observan cambios en las propiedades macroscópicas de las mismas. El punto clave es que el alumnado debe entender que un átomo mantiene su identidad durante una reacción química, pero una molécula no. Por tanto, De Vos y Verdonk plantean una estrategia titulada "A New Road to Reactions" que permite introducir las reacciones químicas mediante la presentación de procesos químicos que ayudan a los estudiantes a distinguir entre cambio químico y cambio físico, y a comprender como se produce el cambio químico a escala submicroscópica entre los átomos (Kind, 2004).

Por tanto, esta problemática implica además una modificación estructural en la articulación de los contenidos y en la secuencia de actividades de la unidad didáctica que se impartió en las prácticas, partiendo desde lo más cercano al alumnado, y aumentando el nivel de dificultad y abstracción, progresivamente.

3) Se propone un cambio en el enfoque de la enseñanza, de tal manera que se quedarán en un segundo plano los aspectos cuantitativos (balanceo de ecuaciones químicas, ejercicios de aplicación del principio de conservación de la masa...) y se dará un mayor protagonismo al uso de modelos para interpretar los procesos

(diferenciación entre cambio químico y cambio físico, reacciones químicas de interés...), y realizar predicciones de carácter cualitativo, por ejemplo, a partir de evidencias experimentales. Asimismo, como elemento adicional de motivación, y con la finalidad de que los estudiantes adquieran destreza en el manejo de terminología científica y una mayor fluidez en el uso del lenguaje académico, el diseño de esta propuesta incluirá diversas actividades como la elaboración de informes sobre experiencias prácticas, elaboración de mapas conceptuales, resolución de ejercicios grupales por escrito o bien comentados oralmente en clase...

4) De acuerdo al enfoque metodológico adoptado, se evaluará el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la valoración, por un lado, de los aprendizajes adquiridos por el alumnado, y por otro lado, de la eficacia de la secuencia didáctica planteada, a través de diversos instrumentos que serán presentados en la evaluación de la unidad didáctica mejorada. Asimismo, al comienzo de la mayoría de las sesiones, se solicitará a algunos estudiantes que hagan un breve resumen de la sesión anterior, con la finalidad de detectar conceptos que no se hayan asimilado, así como saber desde que punto comenzar la clase de ese día.

5) Basándonos en la fundamentación metodológica, existe una clara progresión de dificultad desde lo cualitativo a lo cuantitativo, y de lo concreto a lo abstracto, tal como sugieren diferentes autores (García Barros et al., 2007; Madrid et al., 2013). Por ello, como último elemento principal de mejora, las primeras actividades estarán más orientadas a la descripción y clasificación de sistemas materiales (ámbito macroscópico), posteriormente se procederá a interpretar el cambio químico como proceso, diferenciándolo del cambio físico, mediante el modelo cinético-molecular (ámbito submicroscópico), y se finalizará introduciendo el modelo atómico para dar paso finalmente al de colisiones (ámbito matemático-simbólico). De esta manera se irán presentando contenidos que se intentarán situar a una distancia que no suponga algo inalcanzable y que, una vez superados, generarán satisfacción en lugar de frustración en los alumnos/as.

Todos los cambios mencionados en este apartado se describirán con detalle en los apartados siguientes, dedicados a la planificación, la secuencia de actividades y la evaluación de la unidad didáctica mejorada.

3.2 Desarrollo de la propuesta didáctica mejorada

El estudio de las reacciones químicas es vital para comprender los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor, dependiendo de la apropiación de este conocimiento se llegará a la comprensión de muchos otros, como el funcionamiento de los seres vivos y de nuestro propio cuerpo, el equilibrio de los ecosistemas, procesos industriales, problemáticas medioambientales... Por ello es preciso que su aprendizaje forme parte de la formación básica de los ciudadanos. Además, desde las materias de ciencias se debe proporcionar las habilidades y destrezas científicas que permitan a las personas resolver situaciones, desempeñar tareas de forma autónoma y disponer de herramientas para elaborar y regular explicaciones sobre el mundo que les rodea, por lo que la modelización será un eje central de la unidad. El diseño de la presente unidad didáctica se hace conforme a las especificaciones del Real Decreto 1105/2014 del 26 de diciembre (BOE 03/01/2015) y la Orden de 14 de julio de 2016 (BOJA 28/07/2016), en el que la reacción química aparece como núcleo del bloque 3 de contenidos, “los cambios”, de la asignatura de Física y Química del primer ciclo de la ESO (RD), y 3º de ESO (Orden).

3.2.1 Objetivos

Atendiendo a los objetivos de la enseñanza correspondientes al área de Física y Química en la ESO (Orden de 14 de julio de 2016), la intención de la unidad didáctica es que los estudiantes, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, desarrollen las siguientes capacidades:

- Adquirir, afianzar y diferenciar diversos conceptos básicos relacionados con los cambios físicos y químicos, aplicándolos en el ámbito cotidiano, con la finalidad de interpretar las reacciones químicas utilizando los modelos cinético-molecular, atómico y de colisiones.
- Comprender el concepto de modelo en el ámbito de la ciencia y utilizar, en el contexto del cambio químico, estrategias propias del trabajo científico, como la modelización, la observación y descripción de fenómenos, la elaboración de estrategias de resolución de problemas, la formulación y puesta a prueba de hipótesis, y la

interpretación de los resultados, así como utilizar adecuadamente el material de laboratorio requerido.

- Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando la lengua oral y escrita con propiedad, interpretar el lenguaje gráfico y simbólico de las matemáticas y las ciencias, así como comunicar argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.
- Buscar, seleccionar y gestionar información sobre temáticas científicas reales, utilizando las tecnologías de la información y comunicación, y otras fuentes.
- Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente, para así avanzar hacia un futuro sostenible.

3.2.2 Contribución al desarrollo de las competencias básicas

Siguiendo tanto las orientaciones de la didáctica de las ciencias como del marco legislativo actual, la educación debe formar ciudadanos capaces de responder a demandas complejas y realizar tareas diversas de forma adecuada. Es decir, el aprendizaje debe procurar el desarrollo de competencias que suponen una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para resolver tareas.

Desde esta perspectiva, y tomando como referencia la materia impartida, nuestro punto de partida es la descripción de la competencia científica. Desarrollar la competencia científica implica plantear tareas de cierta complejidad para que los alumnos, a través de ellas, pongan en marcha y desarrollen capacidades relacionadas tanto con los conocimientos inherentes a los modelos sobre el cambio químico, como con las destrezas y habilidades relacionadas con la modelización, así como con el propio conocimiento de los modelos en la ciencia, y con las actitudes y valores necesarios para que pudieran interaccionar con la realidad en relación a los aprendizajes adquiridos. Este enfoque integrador conlleva que, al mismo tiempo que se promueve la adquisición de la competencia científica, se desarrollen otras competencias clave en la formación del individuo. En concreto, en el caso de esta unidad se procuró el desarrollo de:

- La competencia en comunicación lingüística (CL): Es imprescindible, para conseguir un aprendizaje significativo, el uso adecuado de la terminología y de las expresiones científicas, de modo que se trabajará en los alumnos/as a través de actividades que fomentarán tanto la exposición oral como la expresión escrita de ideas y argumentaciones desde la perspectiva de las ciencias. De hecho, se necesita hacer uso de un lenguaje científico específico para describir a nivel atómico y molecular el proceso por el cual los reactivos se transforman en productos.
- La competencia matemática (CM): Se pondrá en práctica a través de ejercicios y experimentos que implicarán la aplicación cuantitativa del principio de conservación a los cambios químicos. Además, se hará uso del lenguaje matemático en la interpretación y el ajuste de ecuaciones químicas.
- La competencia digital (CD): Es fundamental que en la sociedad actual se fomente que el alumnado se familiarice con la utilización de los recursos digitales, que se utilizarán en tareas de búsqueda, gestión y comunicación de información manejada al tratar la temática del cambio químico.
- La competencia social y cívica (CSC): Al proporcionar una visión de la importancia de la ciencia en la construcción del conocimiento, así como la influencia positiva, cuando se obtienen nuevas sustancias que mejoran la calidad de vida de las personas, y negativa, desde el punto de vista medioambiental, de la industria química en la sociedad actual. Por último, se pretende que el alumnado sea consciente del peligro que entraña la utilización de ciertos productos químicos.
- La competencia de aprender a aprender (CAA): Se elaborarán estrategias para la resolución de problemas científicos que más adelante podrán ser aplicables por parte del estudiante, de forma autónoma, propiciando su propio aprendizaje. También se promoverá la realización de experiencias prácticas investigativas para estimular la capacidad de observación e indagación, formulación de hipótesis, y pensamiento crítico del alumnado. Asimismo, al finalizar la unidad didáctica, se reflexionará sobre los procedimientos utilizados (ej. metamodelización) para que los aprendizajes adquiridos puedan ser extrapolables a otros contextos y, por tanto, el alumnado pueda continuar aprendiendo por sí mismo.

En la tabla 1 se presentan los elementos de la competencia científica que se pretenden desarrollar en la unidad, así como su vinculación con otras competencias clave.

Elementos de la competencia en ciencias			
Conocimientos científicos	Habilidades y destrezas científicas	Aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia	Actitudes y valores, interacción con la realidad
<ul style="list-style-type: none"> - Distinción entre sustancia elemental y compuesta, así como entre cambios físicos y químicos. - Interpretación de las reacciones químicas desde el punto de vista macroscópico. - Conocimiento de ejemplos de algunos tipos de reacciones químicas (oxidación, combustión...). - Comprensión del concepto de reacción química, así como la diferenciación entre reactivos y productos. - Asimilación del modelo atómico para la representación de los cambios químicos. - Identificación, y comprensión del significado de los elementos que constituyen una ecuación química. - Conocimiento de la ley de conservación de la masa. - Interpretación de las reacciones químicas según el modelo de colisiones. - Conocer los factores que afectan a la velocidad de una reacción química. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ser capaz de interpretar el proceso por el cual los reactivos se transforman en productos en términos de los modelos cinético-molecular y atómico, formularse preguntas y hacer predicciones relacionadas con los mismos (CAA). - Aplicar la ley de conservación de la masa (CM) para interpretar procesos y realizar predicciones. - Ajustar ecuaciones químicas, interpretando dicho ajuste como una consecuencia de la conservación del número de átomos (visión submicroscópica de la ley de conservación de la masa) (CM). - Saber representar una reacción química a través del empleo del lenguaje simbólico (CL). - Aplicar el modelo de colisiones para realizar interpretaciones y predicciones (CAA). - Manejar diferentes técnicas instrumentales y realizar experiencias para verificar hipótesis (CAA). - Describir procesos y argumentar usando evidencias experimentales (CL). - Saber buscar, gestionar y comunicar información sobre procesos químicos de interés social (CD). 	<ul style="list-style-type: none"> - Familiarizarse con el concepto de modelo científico y aprender sobre su naturaleza. - Reconocer la importancia de los modelos en la construcción del conocimiento científico (CSC). 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer la importancia de la química en la obtención de nuevas sustancias que contribuyen a la mejora de la calidad de vida de las personas, venciendo los tópicos negativos que frecuentemente se vinculan a la misma (CSC). - Comprender y valorar la influencia negativa de la industria química en el medio ambiente (lluvia ácida, efecto invernadero) (CSC). - Sensibilizar sobre la necesidad de tomar medidas de seguridad para el manejo de productos químicos en el laboratorio (CSC).

Tabla 1. Contenidos que conforman la competencia en ciencias y competencias clave abordadas en la unidad

3.2.3 Contenidos.

Entendiendo por contenidos los aprendizajes concretos que se pretenden en los alumnos, mostrados previamente en la tabla 1, en la cual se describe también cómo se desarrollará la competencia científica en la unidad, así como los conocimientos que se pretenden trabajar.

Asimismo, con la finalidad de asegurar el sentido integrador del aprendizaje, estos contenidos permiten el desarrollo de los siguientes elementos transversales:

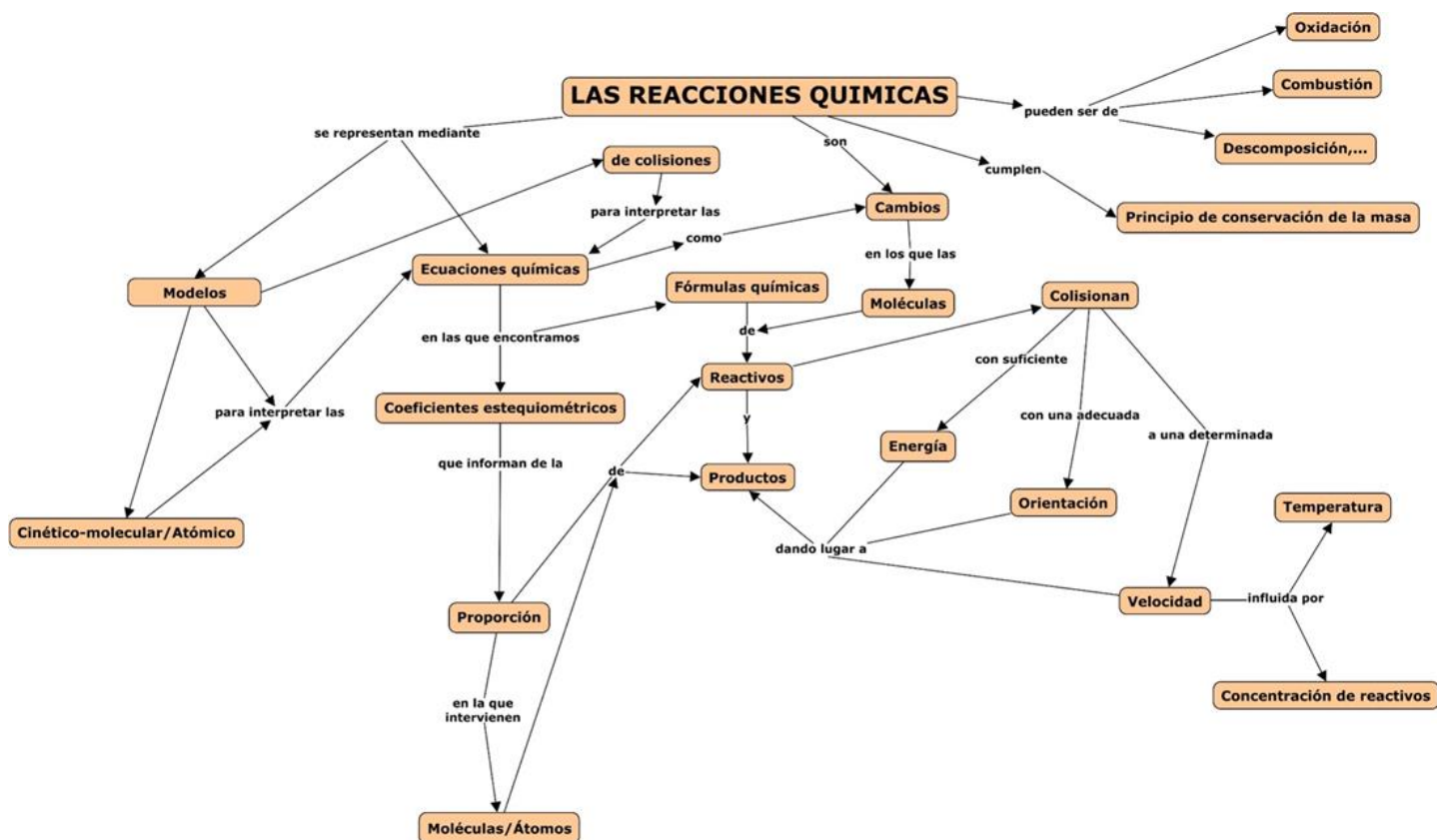
- Promoción de los hábitos saludables para el bienestar individual y colectivo, especialmente en lo que se refiere al uso responsable y seguro de productos químicos, tanto en el laboratorio como en la vida cotidiana.
- Toma de conciencia sobre temas que afectan a todas las personas en un mundo globalizado, como la influencia de la industria química en la sociedad o problemas ambientales relevantes. Todo ello, con objeto de fomentar la contribución activa en la defensa, conservación y mejora de nuestro entorno como elemento determinante de la calidad de vida.

Por otro lado, los conocimientos científicos se desarrollarán siguiendo la siguiente secuencia:

- Sustancias elementales y compuestas.
- Cambios físicos y químicos.
- Conocimiento de ejemplos de algunos tipos de reacciones químicas (oxidación, combustión...).
- Características de las reacciones químicas desde el punto de vista macroscópico. Reactivos y productos.
- Interpretación del cambio químico según el modelo atómico (reordenación de átomos).
- Interpretación del cambio químico como ruptura y formación de enlaces (modelo de colisiones).
- Velocidad de una reacción química. Factores que afectan a la velocidad de reacción.
- Interpretación y representación de ecuaciones químicas.

- Conservación de los átomos en los cambios químicos y su relación con la ecuación química (ajuste de ecuaciones químicas).
- Principio de conservación de la masa.

Las relaciones entre los conceptos científicos básicos, y la organización de los mismos, se describen en el siguiente mapa conceptual.



3.2.4 Metodología

Teniendo en cuenta que se pretende aplicar una metodología de intervención didáctica constructivista, el diseño y planificación de la unidad estará centrado en el alumnado, con un enfoque de enseñanza basado en la elaboración de modelos explicativos sobre el cambio químico a través de actividades investigativas donde los estudiantes ejercerán un papel activo. Dicho enfoque pretende conseguir el cambio conceptual, entendido como la re-estructuración progresiva de los modelos preconcebidos de los alumnos sobre el cambio químico hacia los modelos curriculares aceptados que el docente pretende enseñar a partir de sus propias ideas. Por ello, uno de los aspectos más importantes consistirá en detectar y mostrar las ideas previas del alumnado, con la finalidad de que este pueda llegar conocer sus propias preconcepciones. Solo así, se podrán plantear experiencias prácticas sencillas, preguntando al alumnado qué esperan que ocurra, cómo explicarían lo que observan, etc., que darán lugar a que los propios estudiantes lleguen a preguntarse la utilidad de sus ideas preconcebidas para interpretar las principales características del cambio químico.

Sin embargo, la aproximación entre los conocimientos iniciales y los aprendizajes pretendidos solo puede producirse si los alumnos/as participan activamente en las diferentes actividades de aula, y esto solo se facilitará mediante diversas intervenciones, tanto individuales como colectivas, que permitirán el desarrollo de destrezas y habilidades propias de la metodología científica, sobre todo relacionadas con la construcción de modelos. De esta manera, se pretende hacer más fácil la transición desde lo macroscópico (nivel de representación más extendido entre los estudiantes de 3º de ESO) hasta lo microscópico. Así, la estrategia de enseñanza planteada en esta unidad didáctica puede facilitar a los alumnos/as no sólo la comprensión de nuevos conceptos como “reacción química”, “coeficiente estequiométrico...”, sino también la interpretación de los fenómenos relacionados con el cambio químico a través de diferentes modelos explicativos (modelos cinético-molecular, atómico y de colisiones).

En coherencia con las líneas metodológicas expuestas, se pretende dar protagonismo a la comunicación entre los estudiantes, y entre alumnado y profesor, lo

cual permitirá fomentar el respeto y la colaboración, favoreciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, el docente adoptará un rol de “guía” y dinamizador en el aprendizaje, combinando intervenciones breves de tipo expositivo tradicional (con un apoyo visual importante para resultar más atractivo o menos monótono), con el trabajo autónomo en grupos del alumnado. Para ello, los alumnos/as se organizarán en grupos heterogéneos, desempeñando cada uno de los miembros roles diferentes. Por tanto, la mayor parte de las actividades se trabajarán de manera grupal, a lo que seguirá una puesta en común, moderada por el profesor, de las conclusiones obtenidas por cada grupo. Además, el docente deberá estar atento para reconducir las discusiones que se originen con la finalidad de ir reformulando las ideas propuestas por los alumnos.

Como punto de partida, al iniciar la unidad se intentará explorar cuales son las ideas previas del alumnado, siendo muchas veces concepciones alternativas que dificultan el aprendizaje (confundir cambio químico y físico, considerar un compuesto como una mezcla, no aceptar que las partículas submicroscópicas no están en reposo...). Así, se desarrollará una actividad experimental al comienzo de la unidad, seguida de una discusión de cada grupo de alumnos/as sobre la interpretación de los procesos que suceden en la misma, finalizando en una lluvia de ideas aportadas por todos los grupos. Es en este momento cuando las ideas previas en torno a los conceptos tratados aflorarán y deberán ser contrastadas, realizándose un seguimiento de las mismas en distintos momentos antes de la introducción de nuevos conceptos a lo largo de la unidad, ofreciendo dichas ideas diferentes puntos de partida sobre el que seguir desarrollando la propuesta didáctica.

Uno de los recursos centrales durante el desarrollo de la unidad consistirá en la realización de experiencias prácticas de laboratorio, las cuales serán de naturaleza investigativa y se llevarán a cabo en una secuencia determinada con la intención didáctica de detectar las preconcepciones, o fomentar la puesta en práctica de destrezas propias del trabajo científico en el alumnado, como la formulación y verificación de hipótesis, la obtención de datos, la extracción de conclusiones, y la argumentación, fuera del entorno convencional del aula. En general, los alumnos disfrutaran de las sesiones de laboratorio, ya que el aprendizaje se produce de un modo más activo, ofreciendo además la oportunidad de aprender unos de otros mediante el

trabajo en equipo. El uso de modelos analógicos y de las nuevas tecnologías tendrá también un peso importante en el desarrollo de la unidad didáctica, debido a que son recursos necesarios para alcanzar los objetivos educativos que se pretenden conseguir en esta propuesta, y constituyen una motivación adicional para los alumnos/as. Además, se procurará contextualizar las actividades con la finalidad de acercar los contenidos científicos a la realidad de los estudiantes.

Por otra parte, se buscará favorecer una actitud positiva del alumnado hacia la materia, otorgándole el protagonismo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de tal modo que se fomentará tanto en el aula como en el laboratorio su participación en el desarrollo de las sesiones, concediéndole un papel activo en la construcción del conocimiento del que trata la unidad.

3.3. Relación de actividades a realizar por el alumnado

Con respecto a la organización estructural de la unidad, los contenidos abordados se han planteado en orden creciente de dificultad, comenzando por los más descriptivos (ejemplos de reacciones químicas de interés), para pasar a los más abstractos y de carácter interpretativo (interpretación del cambio químico como ruptura y formación de enlaces). Asimismo, se dedica un mayor número de sesiones a los aspectos cualitativos frente a los cuantitativos.

En la tabla 2 que se presenta a continuación se indican, de manera resumida, las actividades a realizar para cada una de las doce sesiones de la unidad didáctica, que se organizarán siguiendo un esquema adecuado para conseguir las estrategias metodológicas detalladas al comenzar el apartado. En primer lugar, tal como se ha mencionado anteriormente, se desarrollará una sesión de iniciación que pretende introducir e interesar al alumnado en el estudio del cambio químico, haciendo uso de una experiencia práctica, al mismo tiempo que se exploran sus ideas previas. Posteriormente, se alternarán ciclos de actividades que responderán a la siguiente secuencia:

- Actividades de introducción de nuevos conceptos y procedimientos, con especial énfasis en la modelización del cambio químico, así como de reestructuración de aquellos tratados con anterioridad.
- Actividades de aplicación de los contenidos previamente trabajados a situaciones concretas como experiencias de laboratorio, o de búsqueda, gestión y comunicación de la información.
- Actividades de revisión, para reflexionar sobre lo aprendido, repasar los conceptos más importantes, y realizar un seguimiento del proceso de aprendizaje tanto del alumnado como del profesor.

Cada una de las sesiones contará con un contenido propio, y todas constarán de 1) una introducción para recordar lo tratado con anterioridad e indicar los objetivos de las actividades que se realizarán, 2) el desarrollo de los contenidos de la sesión realizando las tareas correspondientes, 3) una recapitulación de lo tratado e indicaciones en su caso de trabajos individuales que deben hacer antes de la sesión siguiente.

FASE Y TEMPORALIZACIÓN	CUESTIONES CENTRALES	TAREAS PLANTEADAS	INTENCIONES DIDÁCTICAS
SESIÓN 1 INICIACIÓN/ EXPLORACIÓN (1 hora) Documentación Anexa: A-1	¿Qué caracteriza el cambio químico?	<ul style="list-style-type: none"> • Propiciar una discusión sobre los cambios en la materia, partiendo de varios documentos de video. • Inicio de la actividad práctica sobre la oxidación del hierro (A-1); formulación de hipótesis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Detectar y poner de manifiesto las ideas previas del alumnado sobre los cambios químicos. • Introducir el concepto de cambio químico. • Describir experiencias. • Captar la atención y el interés por los contenidos que se abordarán mediante la contextualización inicial (reacciones de combustión/oxidación).
SESIÓN 2 INTRODUCCIÓN/ APLICACIÓN (1 hora) Documentación Anexa: A-2	¿Cómo podemos identificar los compuestos químicos?	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad práctica sobre la descomposición de la malaquita (A-2). 	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción del concepto de sustancias elementales y compuestas. • Afianzar el concepto de cambio químico, y profundizar en los contenidos tratados usando evidencias experimentales. • Desarrollar capacidades y destrezas en el trabajo científico mediante la práctica.
SESIÓN 3 INTRODUCCIÓN/ APLICACIÓN (1 hora) Documentación Anexa: A-3	¿Cómo pueden ocurrir los cambios químicos?	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad analógica para introducir la necesidad de un modelo interpretativo del cambio químico (A-3). • Actividad de clasificación de sistemas materiales (A-3). • Actividad de representación de sistemas materiales, haciendo uso de diagramas de partículas y fórmulas químicas (A-3). 	<ul style="list-style-type: none"> • Introducir el modelo atómico para interpretar los cambios químicos, favoreciendo la reestructuración de los conceptos asociados. • Poner en valor el uso de modelos para interpretar los cambios químicos.

			<ul style="list-style-type: none"> Comprender el significado de las fórmulas químicas (representación simbólica de sustancias).
SESIÓN 4 INTRODUCCIÓN/ APLICACIÓN (1 hora)	¿Existen otras formas de interpretar los cambios químicos?	<ul style="list-style-type: none"> Explicación inicial del modelo de colisiones, apoyándose en el uso de ejemplos visuales y analogías. Actividad sobre la interpretación, a través del modelo de colisiones, de los cambios químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Introducción y aplicación del modelo de colisiones, relacionando el nivel macroscópico con el submicroscópico.
SESIÓN 5 INTRODUCCIÓN/ APLICACIÓN (1 hora) Documentación Anexa: A-4	¿Cómo se representan y ajustan las reacciones químicas?	<ul style="list-style-type: none"> Realizar ejercicios de ajuste de ecuaciones químicas (A-4), interpretando el significado de las mismas. 	<ul style="list-style-type: none"> Asimilación del significado de una ecuación química. Comprender la descripción simbólica de una reacción química.
SESIÓN 6 INTRODUCCIÓN/ APLICACIÓN (1 hora) Documentación Anexa: A-5	¿Qué factores influyen en la velocidad de una reacción química? ¿Se pierde/gana/conserva la masa en una reacción química?	<ul style="list-style-type: none"> Explicación inicial sobre los diferentes factores que influyen en la velocidad de una reacción química. Actividad práctica sobre el estudio de la velocidad de reacción entre el tiosulfato y el ácido clorhídrico (A-5); formulación y comprobación de hipótesis sobre el principio de conservación de la masa. 	<ul style="list-style-type: none"> Orientar el uso del modelo de colisiones a la comprensión de los factores que afectan a la velocidad de reacción. Introducir el principio de conservación de la masa. Desarrollar capacidades y destrezas en el trabajo científico mediante la práctica.
SESIÓN 7 APLICACIÓN/ REVISIÓN (1 hora)	¿Qué he aprendido? ¿Tengo alguna duda?	<ul style="list-style-type: none"> Solucionar dudas/preguntas. Elaboración un mapa conceptual sobre los conceptos hasta ahora abordados. 	<ul style="list-style-type: none"> Detectar dificultades de aprendizaje e ideas erróneas. Comprobar la adquisición y transferencia de contenidos. Aclarar y repasar conceptos.

			<ul style="list-style-type: none"> • Propiciar la reflexión de los alumnos sobre su propio aprendizaje. • Evaluar la capacidad de relacionar y sintetizar conocimientos.
SESIÓN 8 APLICACIÓN (1 hora) Documentación Anexa: A-1	¿Cómo se producen las reacciones de oxidación?	<ul style="list-style-type: none"> • Recordar la actividad práctica sobre la oxidación del hierro; comprobación de hipótesis. • Construir un modelo explicativo sobre el cambio químico a partir de la observación de un fenómeno real. • Estudiar si se cumple el principio de conservación de la masa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Afianzar la interpretación de las reacciones químicas a través de modelos. • Afianzar el concepto de conservación de la masa. • Desarrollar capacidades y destrezas en el trabajo científico mediante la práctica.
SESIÓN 9 APLICACIÓN (1 hora)	¿Qué aplicación puede tener lo que se ha estudiado en el entorno cotidiano?	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación inicial sobre las principales características de las reacciones de combustión. • Actividad de búsqueda y selección de información sobre los combustibles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar una actitud favorable ante los contenidos estudiados en el tema. • Aplicación de los contenidos impartidos a situaciones concretas de interés. • Promover el uso de las TICs para la búsqueda y gestión de la información.
SESIÓN 10 APLICACIÓN (1 hora)	¿Cómo influye la industria química en el entorno que nos rodea?	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad de búsqueda y selección de información sobre los efectos medioambientales de las reacciones de combustión, así como de otros procesos químicos de interés social. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar una actitud favorable ante los contenidos estudiados en el tema. • Aplicación de los contenidos impartidos a situaciones concretas de interés. • Promover el uso de las TICs para la búsqueda y gestión de la información. • Formarse una imagen ajustada de la química.

SESIÓN 11 APLICACIÓN/REVISIÓN (1 hora) Documentación Anexa: A-6	¿Qué he aprendido? ¿Tengo alguna duda? ¿Puedo aplicar lo que he aprendido a otras situaciones?	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad de comunicación de la información más relevante obtenida en las tareas de búsqueda anteriores. • Solucionar dudas/preguntas. • Reflexionar sobre lo aprendido mediante la realización de actividad de autoevaluación (A-6). 	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar el desarrollo de habilidades de comunicación y síntesis. • Detectar dificultades de aprendizaje e ideas erróneas. • Aclarar y repasar conceptos. • Comprobar la asimilación de contenidos. • Propiciar la reflexión de los alumnos sobre su propio aprendizaje.
SESIÓN 12 REVISIÓN FINAL (1 hora) Documentación Anexa: A-7	¿Qué es lo que me ha quedado claro?	<ul style="list-style-type: none"> • Realización de examen (A-7). 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfrentar al alumno a sus conocimientos y capacidades (autovaloración).
SESIÓN 13 REVISIÓN FINAL (1 hora) Documentación Anexa: A-7 A-8	¿Qué errores se han cometido y que nos queda por aprender?	<ul style="list-style-type: none"> • Corrección del examen. • Realización de cuestionario de valoración de la actividad docente (A-8). 	<ul style="list-style-type: none"> • Detectar las deficiencias y corregir los errores del proceso de enseñanza-aprendizaje. • Obtener un indicador más para valorar la actuación docente.

Tabla 2. Cuadro resumen de la secuencia de actividades distribuidas por sesiones

A continuación se expondrán con más detalle cada una de las sesiones mostradas en la tabla, con la finalidad de desglosar el procedimiento seguido para desarrollar las tareas y lograr los objetivos asociados a las mismas.

SESIÓN 1: Exploración-Iniciación (1 hora)

El principal objetivo de esta sesión consiste en hacer aflorar las preconcepciones del alumnado sobre el cambio químico. Para ello, en primer lugar se plantearon una serie de cuestiones para iniciar una lluvia de ideas con la finalidad de determinar los tipos de cambios que se producen en varios ejemplos de reacciones de combustión que se mostrarán mediante videos.

Se pretende, por tanto, que los alumnos/as se inicien en el concepto de cambio químico mientras intentan describir el tipo de cambio que se produce en los ejemplos que se les va mostrando.

A lo largo de la sesión, el profesor/a actuará como moderador de la lluvia de ideas e intentará reconducir las concepciones erróneas y reforzar las más interesantes que vayan surgiendo a lo largo de la sesión. De esta manera, se podrá saber el nivel de conocimientos del que se debe partir para iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, considerando las dificultades detectadas a partir de esta experiencia, la sesión será también aprovechada para constituir pequeños grupos de estudiantes (4 o 5) lo más heterogéneos posibles, de tal manera que sirva para que todos los miembros puedan ayudarse mutuamente y lleguen a obtener el mayor rendimiento posible en las próximas actividades que serán llevadas a cabo durante la impartición de la unidad didáctica.

El objetivo de todas las actividades de trabajo cooperativo que se desarrollarán en esta propuesta será promover la comunicación entre el alumnado, facilitando el desarrollo de las habilidades sociales al mismo tiempo (capacidad de escuchar, liderazgo, trabajo en equipo...). Para ello, el aula se deberá organizar juntando cuatro o cinco mesas (en función del tamaño de los grupos), y situando las sillas a su alrededor. Las sesiones realizadas en el laboratorio serán más fáciles de organizar debido a que el espacio está mejor habilitado para este tipo de actividades.

El rol del profesor en las actividades grupales será el de guía de los aprendizajes debe promover en los alumnos/as, aportando en todo momento ideas o sugerencias sobre cómo realizar la tarea, resolviendo dudas, observando cómo funcionan los grupos...

Esta sesión finalizará en el laboratorio, donde cada grupo de alumnos/as realizará un montaje experimental de una experiencia consistente en oxidar una lana de hierro (ver A-1). Una vez preparado el experimento, se deberá esperar una semana para que el alumnado pueda observar los resultados que se han obtenido, aunque se le pedirá a cada grupo que haga una pequeña predicción sobre que puede llegar a suceder.

Finalmente, la contextualización inicial de la unidad didáctica, al centrarnos en una categoría concreta de reacciones químicas (oxidación/combustión), permitirá captar la atención y el interés del alumnado por los contenidos que se abordarán en las siguientes sesiones.

SESIÓN 2: Introducción-Aplicación (1 hora)

Esta sesión se desarrollará enteramente en el laboratorio, donde cada grupo de alumnos realizará el experimento de descomposición de la malaquita mediante la aplicación de calor (ver A-2). A continuación, deberán indagar para determinar una estrategia con la finalidad de comprobar el tipo de cambio que se ha producido y deberán, además, pensar, con la ayuda del docente, si la malaquita es una sustancia compuesta o elemental y, en función de los productos que se hayan formado, que tipo de reacción ha podido suceder.

Las conclusiones de cada grupo serán puestas en común durante la última parte de la sesión, y el docente deberá destacar las ideas más importantes que vayan surgiendo. En el caso de que aparezcan muchas ideas erróneas, el profesor/a deberá ir planteando los conceptos que se pretendían tratar a través de la experiencia para que se discutan como otros “posibles” argumentos a tener en cuenta, con la finalidad que el alumnado vaya comprendiendo, previa demostración del docente, que debe ir reconduciendo sus concepciones iniciales.

En resumen, con esta experiencia, se quiere conseguir que el alumnado afiance el concepto de cambio químico y sea capaz de diferenciar las sustancias elementales de las compuestas.

SESIÓN 3: Introducción-Aplicación (1 hora)

La sesión comenzará mediante el planteamiento de la necesidad de comenzar a construir un modelo que represente el cambio químico. A continuación, se repartirá a cada grupo de estudiantes una serie de fichas circulares de cartulina de diferentes colores y tamaños, con la finalidad de plantear una actividad de representación analógica en la que se pedirá hacer uso del modelo mecánico de fichas para representar el significado de las fórmulas químicas de diferentes tipos de sustancias (ver A-3).

Tras esta primera toma de contacto, se propondrán dos ecuaciones químicas en la pizarra que deberán intentar ser representadas, utilizando el mismo modelo, por cada grupo.

Posteriormente, el alumnado realizará una actividad grupal (ver A-3) donde se mostrarán ejemplos de diferentes sistemas materiales que se deberán clasificar en cambios físicos, cambios químicos, sustancias elementales, sustancias compuestas o mezclas.

El objetivo de la primera parte de la sesión, por tanto, es afianzar todos los conceptos básicos asociados al cambio químico, que se conseguirá gracias a la discusión de las distintas soluciones posibles entre los integrantes de cada grupo, y el posterior debate, guiado en todo momento por el docente, para poder llegar a una solución consensuada entre todos los alumnos/as del grupo-clase.

Finalmente, los alumnos/as deberán recoger en sus portafolios todos los dibujos que representen las simulaciones realizadas con el análogo de las fichas (diagramas de partículas), además de las fórmulas químicas que representan algunas de las sustancias seleccionadas de las actividades anteriores.

De esta manera, se pretende que, al finalizar la sesión, el alumnado ponga en valor el uso de la modelización para interpretar los cambios químicos, además de introducirse en la utilización del modelo atómico (equivalencia fichas de colores-átomos).

SESIÓN 4: Introducción-Aplicación (1 hora)

En la primera parte de la clase, el docente se dedicará a hacer correcciones y comentarios de algunas de las representaciones realizadas en la sesión anterior, repasando y afianzando la utilización del modelo atómico y de las formulas químicas en la interpretación de las reacciones químicas.

Tras esta breve introducción (10 min), el docente realizará un breve explicación inicial (15 min) sobre cómo se producen las reacciones químicas desde el punto de vista del modelo de colisiones y, con la finalidad de facilitar su comprensión, se ayudará de ejemplos visuales (imágenes y videos) en PowerPoint, así como de la analogía de las fichas de colores para la representación de átomos y moléculas que intervienen en los procesos químicos.

Tanto en esta sesión como en la anterior, el profesor/a deberá aclarar que los modelos científicos son representaciones que sirven para facilitar la interpretación de fenómenos reales como los cambios químicos (naturaleza de los modelos).

Para finalizar la sesión, cada grupo de alumnos/as deberá aplicar el modelo de colisiones para explicar las dos ecuaciones químicas trabajadas en la sesión anterior (35 min), ayudándose de diagramas de partículas que permitirán relacionar los niveles macroscópico y submicroscópico.

SESIÓN 5: Introducción-Aplicación (1 hora)

Después de recordar los contenidos fundamentales abordados en la sesión anterior, el docente realizará una breve introducción sobre el significado de una ecuación química, ayudándose de algunos de los ejemplos trabajados en las sesiones

anteriores, de tal manera que se dejarán de utilizar los recursos analógicos para comenzar a representar las reacciones químicas de forma simbólica.

Tras esta primera parte (20 min), se les repartirá una hoja de ejercicios (ver A-4) de ajuste de ecuaciones químicas, ordenados de menor a mayor nivel de dificultad. Así, los ejemplos más sencillos serán resueltos en la pizarra por el docente, con la finalidad de establecer una estrategia común de resolución aplicable a todos.

Por tanto, el resto de la sesión será enteramente dedicada a la realización de ejercicios de ajuste (40 min), de tal manera que se seleccionará aleatoriamente o se presentará voluntario/a un alumno/a de cada grupo que resolverá un ejercicio paso por paso en la pizarra, mientras debe explicar a sus compañeros el procedimiento que ha seguido para resolverlo. Además, la formación de grupos heterogéneos permitirá realizar las actividades de tal manera que los alumnos/as que vayan terminando ayudaran a los que cuenten con más problemas, fomentándose también el aprendizaje cooperativo.

El objetivo principal de esta sesión será que el alumnado adquiera destreza en el uso de la representación simbólica de las reacciones químicas, asimilando al mismo tiempo el significado de una ecuación química, para llegar a relacionar el ajuste de las mismas con la conservación de los átomos entre reactivos y productos.

SESIÓN 6: Introducción-Aplicación (1 hora)

Al comenzar la clase (10 min), el docente utilizará el modelo de colisiones para explicar los principales factores que afectan a la velocidad de una reacción química, ayudándose de una presentación de PowerPoint donde se mostrarán ejemplos de reacciones rápidas y lentas.

Con la finalidad de aplicar los contenidos impartidos en esta sesión, se llevará al alumnado al laboratorio para desarrollar una experiencia práctica grupal (ver A-5) para estudiar de forma experimental como afectan diferentes factores a la velocidad de una reacción química (50 min). Al comenzar dicho experimento, y una vez informados sobre el material disponible y la reacción química que se pretende

estudiar, se le pedirá a cada grupo que piense en una estrategia para determinar la velocidad de reacción (se les podrá ir proporcionando pistas al preguntarles en qué orden deben añadir los reactivos, cuando se debe empezar a medir el tiempo...). Los miembros de cada grupo deberán escribir sus posibles diseños en el portafolio y se dejará un tiempo para que decidan cual es el más adecuado.

A continuación, todos los grupos deberán poner en común sus diseños y se establecerá una discusión para decidir el más adecuado, el cual deberá contener los principales elementos del inicialmente previsto por el docente (deberá reconducir las ideas que vayan surgiendo en el caso de que se alejen demasiado del experimento que se pretende realizar).

Finalmente, cada grupo deberá comprobar experimentalmente como afecta la variación de concentración de reactivo a la velocidad de reacción, argumentando las conclusiones que se vayan obteniendo.

El cierre de la experiencia consistirá en que cada grupo establezca una predicción consistente en determinar si se produce o no variación de masa entre los reactivos y los productos de la reacción estudiada, que será posteriormente comprobada al pesar los vasos de precipitados que contienen las disoluciones antes y después de la reacción. De esta forma, el alumnado podrá verificar que se cumple el principio de conservación de la masa.

Con esta sesión, por tanto, se busca aplicar el modelo de colisiones para predecir y comprobar de forma experimental los factores que afectan a la velocidad de una reacción química, además de poner de manifiesto las concepciones previas del alumnado sobre la conservación de la masa para poder comenzar a reconstruir sobre las mismas a través de una demostración real. Por otro lado, el alumnado elaborará hipótesis que deberá verificar a través de la realización de experimentos, y desarrollará la capacidad de argumentación basándose en evidencias experimentales.

SESIÓN 7: Aplicación-Revisión (1 hora)

La primera parte de la clase (20 min) se dedicará a la corrección y comentario de los ejercicios pendientes, repasando y afianzando los contenidos tratados hasta ahora. Con la finalidad de dinamizar la sesión, se preguntará a los alumnos/as que hayan podido tener más dificultades al realizar las actividades anteriores que definan sobre determinados conceptos, relacionándolos en todo momento con ejemplos reales, comprobando de este modo si al menos han captado las ideas más importantes. En el caso de que las respuestas sean vagas o imprecisas, se les procurará recordar los puntos principales que se han tratado en las últimas sesiones, preguntándoles al finalizar la explicación si cuentan con dudas adicionales que plantear. Por tanto, la idea de este repaso inicial será detectar preconcepciones que aun sigan manteniéndose en el alumnado, además de comprobar si están asimilando correctamente los contenidos previstos, con vistas a modificar la secuencia didáctica inicialmente establecida si fuera necesario.

En segundo lugar, como medida adicional de revisión/autorregulación y comprobación de contenidos asimilados, se solicitará al alumnado la realización de un mapa conceptual donde relacionen los conceptos hasta ahora abordados (40 min). Dicho instrumento sirve para evaluar no solo los aprendizajes adquiridos por los alumnos/as, sino también la capacidad de los mismos para relacionar y sintetizar conocimientos.

SESIÓN 8: Aplicación (1 hora)

El docente iniciará la sesión recordando la experiencia de oxidación de la lana de hierro preparada por cada grupo de alumnos/as hace aproximadamente una semana (10 min). A continuación, se llevará al alumnado al laboratorio con la finalidad de comprobar, en primer lugar, el cumplimiento de las predicciones realizadas cuando se preparó el experimento. Se espera que la mayor parte de las hipótesis de los alumnos/as sobre la experiencia sean incorrectas y que el resultado de la misma les sorprenda al observar la lana de hierro esta oxidada, y el nivel de agua ha ascendido en el tubo de ensayo. Por tanto, el conflicto creado supondrá una oportunidad para que el alumnado formule nuevas argumentaciones sobre el fenómeno y construya un

modelo explicativo del cambio químico que se está produciendo. Para ello, el docente deberá plantear preguntas que ayuden a los grupos en la modelización tales como: ¿Por qué sube el nivel de agua? ¿Por qué hay menos aire en el interior del tubo? ¿Qué componente del aire ha podido desaparecer? ¿Cómo se ha formado el óxido de hierro? ¿Qué diferencias hay entre el hierro y el óxido de hierro?...

Asimismo, para facilitar a los grupos la formulación de una interpretación del fenómeno observado, se les proporcionará como recurso analógico las fichas circulares de colores utilizadas en las sesiones anteriores.

También ayudará en la construcción del modelo explicativo el hecho de que el docente promueva que cada grupo determine el porcentaje de oxígeno consumido durante la experiencia (debe coincidir con el % de oxígeno en la atmósfera) y que, además, compruebe cuánto pesa la lanilla de hierro antes y después de la oxidación, de tal manera que sean capaces de relacionar el aumento de masa que se haya producido en la misma con la formación de una nueva sustancia constituida al reaccionar con el oxígeno. De esta manera, se verificará también que se cumple el principio de conservación de la masa.

Una vez que cada grupo haya elaborado un modelo explicativo sobre el cambio químico producido en la experiencia, los estudiantes deberán reflejar en sus portafolios las principales conclusiones obtenidas durante la experiencia así como una representación del mismo. Finalmente, cada grupo defenderá su propio modelo ante el resto de los compañeros, actuando el docente como moderador y guía del debate que se establezca.

El resultado final de esta experiencia (50 min) deberá conducir a que todo el grupo-clase obtenga un modelo consensuado que contenga elementos propios diseñados por los propios alumnos/as y, al menos, los principales elementos de los modelos curriculares tratados por el docente en las anteriores sesiones.

Por tanto, con esta sesión se pretende que el alumnado aplique todos los modelos explicativos sobre el cambio químico tratados a lo largo de la secuencia para

interpretar un fenómeno real, al mismo tiempo que se afianza el concepto de conservación de la masa en una reacción química.

SESIONES 9 y 10: Aplicación (1 hora).

La sesión 9 se iniciará con una pequeña explicación inicial (15 min), apoyada en PowerPoint, mostrando las principales características de las reacciones de combustión y ejemplos visuales (imágenes y videos) de aplicaciones reales de las mismas (motor de un coche, centrales térmicas...), con la finalidad de hacer ver al alumnado el interés que puede tener estudiar las reacciones químicas tratadas lo largo de la unidad didáctica debido a las aplicaciones que tienen en el entorno cotidiano del alumnado.

Así, esta primera parte de la clase pretende motivar a los alumnos/as para que realicen una actividad grupal de búsqueda y selección de información relacionada con las siguientes temáticas:

- Los combustibles.
- Consecuencias medioambientales negativas de las reacciones de combustión (lluvia ácida y efecto invernadero).
- Procesos químicos de interés social.

Por tanto, el resto de la sesión 9 (45 min) y toda la sesión 10 (1 hora), se desarrollarán en el aula de informática con la finalidad de promover el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) para facilitar la realización de esta tarea.

Cada grupo deberá elaborar un trabajo de síntesis de la información que consideren más relevante, y tendrán que exponerla en la sesión 11, apoyándose en una presentación de PowerPoint, ante el resto de sus compañeros.

Asimismo, antes de comenzar la búsqueda y selección de información, el docente establecerá qué criterios se deben seguir para seleccionar las fuentes de información más fiables cuando se busca por internet. Además, se expondrá una lista

de enlaces fiables a los que pueden acceder para encontrar información relacionada con cada una de las temáticas que deben trabajar.

Estas sesiones, por tanto, han sido pensadas para que el alumnado aplique los contenidos abordados a lo largo de la unidad a situaciones reales de interés, con la finalidad de hacerles ver que todo lo que se ha impartido puede serles de utilidad en su entorno más cercano.

SESIÓN 11: Aplicación (1 hora).

La clase comenzará con las exposiciones sobre las temáticas tratadas en las sesiones 9 y 10. Para ello, deberán intervenir todos los integrantes de cada grupo con la finalidad de que se les pueda valorar la forma de realizar la exposición y de defender razonadamente los contenidos expuestos. Además, el docente tendrá en cuenta otros aspectos (ver rúbrica para evaluación de trabajos de exposición del Anexo 9) como la forma de organizar el trabajo, fuentes de información utilizadas, ortografía...

La duración de cada exposición no deberá superar los 10 min y, teniendo en cuenta que se lleguen a formar cuatro grupos de 4 o 5 alumnos/as, la duración total de todo el proceso será de aproximadamente 40 min.

El resto de la clase se dedicará para recordar al alumnado que en la próxima sesión tendrán un examen, y se les señalará los contenidos fundamentales que deben preparar, resolviendo las dudas que surjan relacionadas con los mismos.

Al finalizar la sesión, se entregará a cada estudiante una ficha de autoevaluación (ver A-6) para hacer en casa, con la finalidad de que sopesen o analicen lo que han aprendido, si tienen alguna duda, si encuentran alguna dificultad en el estudio del tema, etc. Estas fichas se recogerán y formarán parte de la evaluación del proceso de enseñanza, y del aprendizaje propio del alumno/a.

SESIÓN 12: Revisión final (1 hora).

La última sesión está destinada a la realización de una prueba final escrita (ver A-7) sobre los contenidos tratados durante la secuencia didáctica, la cual ha consistido en la realización de cuestiones variadas (ejercicios de ajuste, verdadero o falso, desarrollo...), y niveladas teniendo en cuenta diferentes grados de dificultad (priorizando conceptos cualitativos frente a los cuantitativos). Antes de repartirlo, se dejarán diez minutos para que los alumnos repasen y, una vez entregado el examen, se les leerá cada una de las preguntas, explicando cómo deben contestarlas.

Con respecto a las dudas sobre el examen, se establecerá un turno de diez minutos iniciales para que el alumnado pueda preguntar en voz alta y no se permitirá atender ninguna una vez agotado el plazo, con la finalidad de no molestar y distraer a los demás.

SESIÓN 13: Revisión final (1 hora).

Se dedicará a la revisión de los exámenes realizados en la anterior sesión. De esta manera, se fomentará la autoevaluación del alumnado al permitir que puedan valorar sus propios exámenes, previamente corregidos por el docente. Para ello, se irá atendiendo a cada uno de los estudiantes por orden de lista, con la finalidad de que el proceso de revisión sea lo más ordenado posible. Asimismo, el docente resolverá en la pizarra los ejercicios que hayan podido dar más problemas, de tal manera que sirva de aprendizaje para el alumnado.

Finalmente, se repartirá un cuestionario para evaluar diferentes aspectos relacionados con la calidad de las clases impartidas (ver A-8), con la finalidad de tener en cuenta la opinión del alumnado con vistas a posibles mejoras futuras aplicables a la unidad didáctica.

3.4. Evaluación del alumnado y de la propuesta didáctica

La evaluación de los alumnos se basa en el seguimiento y la mejora continua del proceso de enseñanza-aprendizaje. De manera coherente con el modelo metodológico constructivista, ha de ser una evaluación centrada en favorecer la reflexión por parte del alumnado para conseguir que vayan tomando conciencia de lo aprendido y necesiten modificar sus ideas iniciales a lo largo de la unidad didáctica, es decir, una evaluación continua, formativa. Sólo así se pueden detectar a tiempo las posibilidades de mejora, los errores metodológicos, y las dificultades o los puntos fuertes de la propuesta didáctica y, si es necesario, proceder a la modificación de la misma en el transcurso de las sesiones.

En concreto, se plantean diversas actividades y aspectos evaluables que permiten, por un lado, la valoración de la adquisición de aprendizajes por parte del alumnado (aprendizajes conseguidos en el marco de la competencia científica, pero que trascienden a otras competencias básicas, como se ha indicado anteriormente) y, por otro lado, identificar las deficiencias de la propia unidad didáctica y su desarrollo en el aula. Respecto a lo primero, en la tabla 3 se muestran las actividades/aspectos, así como los instrumentos asociados, que se han tenido en cuenta en la evaluación del alumnado.

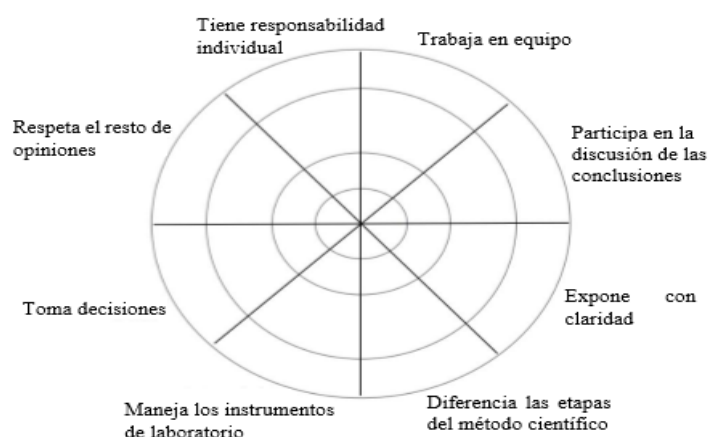
ACTIVIDADES/ASPECTOS EVALUABLES (instrumentos de evaluación)	PORCENTAJE EN LA CALIFICACIÓN GLOBAL
Lluvia de ideas inicial	Solo evaluación cualitativa para reflexión del docente y del alumnado
Experiencias prácticas de laboratorio (técnica de la diana, portafolio)	
Trabajo en equipo (rúbrica)	35%
Actividades grupales de búsqueda de información (rúbrica, portafolio)	10%
Mapa conceptual (rúbrica, portafolio)	25%
Desarrollo de las clases, realización de actividades en el aula (observación del docente)	10%
Examen (rúbrica)	Evaluación cualitativa y contribución a la evaluación global
	20%

Tabla 3. Actividades/aspectos evaluables y ponderación

En primer lugar, la lluvia de ideas inicial servirá al docente para detectar las ideas previas y modificar la programación de la propuesta según las necesidades del

grupo-clase, así como decidir la estrategia necesaria para la atención a la diversidad. Asimismo, la manifestación de las preconcepciones del alumnado permitirá que este sea consciente de su nivel de conocimientos de partida.

En el caso de las experiencias prácticas de laboratorio, realizadas en pequeños grupos de 4 o 5 alumnos/as, se evaluará la capacidad del alumnado para aplicar el método científico al trabajo experimental, y distinguir en todo momento en qué fase de éste se encuentra (formulación de hipótesis, análisis de resultados, obtención de conclusiones...). Para ello, a medida que realicen el experimento, cada miembro/a del grupo deberá ir reflejando en sus portafolios todos los resultados y conclusiones, tras previo consenso, a los que han ido llegando. Posteriormente, se realizará una breve exposición oral (sin necesidad de presentaciones elaboradas, simplemente será necesario que hablen sobre su experimento) en la que deberán participar todos los integrantes del grupo para comunicar al resto de la clase en qué consistía el experimento, cómo lo han llevado a cabo, dificultades observadas, y las conclusiones finales obtenidas. Asimismo, como instrumento de apoyo, se utilizará la técnica de la diana desde la que se evaluará no solamente el resultado final en cada una de las experiencias, sino todo el proceso que ha llevado a cabo cada alumno. La diana empleada se muestra a continuación.



Adicionalmente, debido a que la mayor parte de las actividades planteadas en la propuesta son grupales, se evaluará también, de forma global, la capacidad de trabajo en equipo del alumnado.

Con respeto al portafolio del alumno, deberá contener un registro de todas las actividades, tanto a nivel individual como grupal (ejercicios de aplicación, mapas conceptuales, actividades de investigación, etc.), desarrolladas durante la unidad didáctica, para su revisión periódica por parte del docente.

Además de los ya mencionados, se utilizarán los siguientes instrumentos de evaluación adicionales:

- La observación, a través de los registros del profesor, de la participación del alumno en diversas actividades y en la ayuda a los compañeros (no calificable).
- Al finalizar la unidad, se realizará un examen (ver Anexo 8) que constará de cuestiones de aplicación de los principales contenidos trabajados (ajuste de ecuaciones, conservación de la masa...), junto con preguntas que deberán ser justificadas y permitirán valorar la expresión escrita (verdadero o falso, clasificación de procesos...). Asimismo, se dedicará una última sesión a la revisión del examen, de modo que se favorecerá la progresión de los alumnos/as al aprender de sus errores. Por tanto, este instrumento permitirá evidenciar en que medida se han ido superando las dificultades previamente detectadas en el alumnado y, en los casos necesarios, se repasarán las actividades que hayan podido suponer una mayor dificultad, con la finalidad de afianzar los contenidos para posibles exámenes de recuperación posteriores.

Asimismo, tal como se ha señalado en la tabla 3, se utilizarán rúbricas específicas que apoyarán el proceso de evaluación del docente al permitir valorar el grado de desarrollo de diferentes elementos competenciales del alumno/a (ver Anexo 9).

Por otro lado, los instrumentos de evaluación para la metodología y la práctica docente que se contemplan son:

- Observación directa del grado de interés, actitud y seguimiento mostrado por el alumnado.
- Diario del profesor, donde se irá recogiendo de forma periódica el trabajo que cada alumno va realizando. En este caso juega un papel importante el docente

como observador para detectar posibles problemas que vayan surgiendo con la unidad didáctica planteada, además de controlar el desarrollo que cada alumno va teniendo acorde a la evolución del tema impartido. La información que se obtiene de este instrumento de evaluación es bastante útil tanto para cambiar los fallos que se vayan identificando a lo largo de la unidad, como para recabar información para el proceso de evaluación general.

- Ficha de autoevaluación del alumnado (ver Anexo 7), que constará de una serie de cuestiones que permitirán promover la reflexión en los estudiantes sobre el propio proceso de enseñanza-aprendizaje, valorando los logros e identificando puntos débiles o dificultades, con la finalidad de contar con una retroalimentación sobre la adecuación de la metodología.
- Cuestionario de calidad. Al finalizar la unidad se pasará a los alumnos un cuestionario que permitirá obtener información sobre la adecuación de las actividades a sus intereses, motivaciones y dificultades, así como al nivel de aprendizaje que ellos mismos percibieron.

Establecidos los instrumentos, se definirán una serie de estándares de aprendizaje evaluables que serán relacionados con las competencias a las que contribuyen (Tabla 4), con la finalidad de analizar los niveles de desempeño competenciales alcanzados por el alumnado de manera más concreta. La evaluación de las competencias está además integrada en la evaluación de los contenidos, ya que ser competente supone movilizar conocimientos, destrezas, actitudes y valores para dar respuesta a las situaciones planteadas a lo largo de toda la unidad didáctica, y aplicar lo que se aprende con un planteamiento integrador.

Estándares de aprendizaje evaluables	Instrumentos de evaluación
Diferencia los cambios físicos y químicos a escala macroscópica y submicroscópica, en función de que haya o no formación de nuevas sustancias (CC)	Examen Portafolio Observaciones
Diferencia sustancias elementales y compuestas a escala macroscópica y submicroscópica (CC)	Examen Portafolio Observaciones
Verifica hipótesis y realiza argumentaciones a partir evidencias experimentales en las que aparecen nuevas sustancias, reconociendo que se trata de cambios químicos (CC, CL, CAA)	Examen Portafolio Técnica de la Diana Observaciones

Reconoce e interpreta las reacciones químicas sencillas, identificando cuales son los reactivos y los productos (CC)	Examen Portafolio Observaciones
Describe una reacción química a partir del modelo atómico y de colisiones, utilizándolos para realizar predicciones y reconociendo sus limitaciones (CC, CAA)	Examen Portafolio Observaciones
Reconoce factores que afectan a la velocidad de reacción mediante la comprobación experimental, justificando este efecto en términos del modelo de colisiones (CC)	Examen Portafolio Técnica de la Diana Observaciones
Representa simbólicamente sustancias y reacciones químicas, haciendo uso de diagramas de partículas, de fórmulas y de ecuaciones químicas (CC, CL)	Examen Portafolio Observaciones
Aplica cualitativa y cuantitativamente el principio de conservación de la masa para realizar predicciones o interpretar procesos, y comprueba experimentalmente su cumplimiento (CC, CAA, CM)	Examen Portafolio Técnica de la Diana Observaciones
Ajusta ecuaciones químicas, interpretando dicho ajuste como una consecuencia del principio conservación de la masa (CC, CM)	Examen Portafolio Observaciones
Reconoce la importancia de los modelos en la construcción del conocimiento científico (CC, CSC)	Portafolio Observaciones
Identifica la modelización como una herramienta que usan los científicos, en continua construcción, que se apoya en los trabajos colectivos (CC, CAA)	Portafolio Observaciones
Defiende razonadamente y reconoce la influencia que el desarrollo de la industria química ha tenido en el progreso de la sociedad y en el impacto medioambiental (CC, CSC)	Observaciones (rúbrica)
Utiliza las destrezas y herramientas comunicativas suficientes para elaborar informes y realizar exposiciones de la información seleccionada (CC, CL, CD)	Portafolio Observaciones (rúbrica)
Busca bibliografía referente a compuestos y procesos de interés, siendo capaz de discriminar las fuentes de información más fiables (CC, CD)	Observaciones (rúbrica)

**Tabla 4. Estándares de aprendizaje evaluables y su relación con las competencias.
Instrumentos de evaluación.**

CC: Competencia científica, CL: *Competencia en comunicación lingüística*, CM: *competencia matemática*, CD: Competencia digital, CSC: Competencia social y cívica, CAA: competencia para aprender a aprender

3.5. Medidas de atención a la diversidad

Teniendo en cuenta que en el grupo-clase en el que se impartirá la unidad puede haber alumnos que muestren necesidades educativas especiales, y que no todos los estudiantes pueden tener el mismo nivel cognitivo de partida, ni los mismos ritmos de aprendizajes, ni iguales intereses y motivaciones, será necesario tomar medidas que permitan atender en la medida de lo posible a la diversidad del alumnado. Estas son las siguientes:

- Se realizará una indagación inicial de las ideas de los alumnos que permitirá detectar no solo concepciones alternativas, sino también conocimientos previos necesarios y que en cambio no estaban adquiridos suficientemente. Las actividades se realizarán teniendo en cuenta estos obstáculos.
- Los errores detectados durante el aprendizaje no se penalizarán, puesto que son frutos de un proceso normal de aprendizaje, sino que se emplearán como recurso en el aprendizaje.
- Se realizará una evaluación de las actividades realizadas, para reconducir los aprendizajes, y se considerarán estas en la calificación de los alumnos, diversificando también así los instrumentos de evaluación.
- Algunas actividades (como las de ajuste de ecuaciones químicas, o las de búsqueda y gestión de información) se realizarán con diferentes grados de dificultad.
- Se emplearán recursos motivadores, como los trabajos de laboratorio y el empleo de las nuevas tecnologías, y se conectarán los contenidos científicos con el contexto real, de forma que se podrá enlazar con los diferentes intereses y motivaciones del alumnado.
- Los trabajos de laboratorio se plantearán de forma investigativa.
- Se propondrán tareas complejas y se irá guiando a los alumnos en su resolución a medida que lo vayan requiriendo.
- Se propiciará en todo momento la participación de los alumnos, y se fomentará especialmente la de aquellos que normalmente no tienen esta iniciativa.
- Se trabajará con grupos heterogéneos, asignando distintos roles que irán rotando entre los miembros del grupo.

- En las actividades, tanto en las discusiones de clase y puestas en común como en las exposiciones en grupo, los alumnos tendrán la oportunidad de desarrollar argumentaciones.
- Antes del examen se harán actividades de revisión.
- Se propondrán actividades en las que las analogías actuarán como herramientas facilitadoras del aprendizaje.
- El alumnado hará una autoevaluación de su aprendizaje, del modo ya descrito.
- Los alumnos/as revisarán los exámenes después de realizados y reelaborarán algunas de sus respuestas analizando las dificultades que encontraron. En los casos necesarios, se plantearán actividades de refuerzo guiadas por el profesor.

4. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS Y PARA LA FUTURA FORMACIÓN DOCENTE

La unidad didáctica mostrada en el presente Trabajo Fin de Máster ha sido obtenida a partir del rediseño, centrado en la mejora de diversos aspectos metodológicos, de la que fue impartida durante el periodo de prácticas. En primer lugar, se ha querido aumentar la curiosidad y actitud favorable del alumnado hacia el estudio de la temática de las reacciones químicas, principalmente a través del uso de recursos y estrategias que permitan favorecer el protagonismo del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello, se ha dado una mayor importancia al desarrollo de actividades prácticas de naturaleza investigativa tanto en el laboratorio como en el aula, donde los estudiantes, de forma cooperativa, tendrán que participar activamente para plantear predicciones, argumentaciones, o estrategias que les permitan resolver las situaciones-problema que deben superar. Además, se ha considerado otro elemento motivador basado en plantear a lo largo de la secuencia de actividades planteada, aunque principalmente en las últimas sesiones, situaciones contextualizadas donde los estudiantes cuenten con la oportunidad de hacer uso de los conocimientos adquiridos (oxidación del hierro, análisis de la malaquita, analizar las causas del efecto invernadero...). De esta manera, no solo se mejora la comprensión de los contenidos por parte del alumnado, sino que también se conectan los fenómenos estudiados con la realidad, suponiendo una oportunidad para que desarrollen otras capacidades intelectuales como la reflexión crítica o la toma de decisiones ante situaciones cotidianas. De hecho, durante el periodo de prácticas, la

mayor parte de los problemas fueron explicados y realizados en la pizarra, sin llegar a establecer la conexión mencionada, y los estudiantes tendían a pensar que solo ocurrían en el libro de texto.

Por otro lado, a lo largo de las prácticas, los modelos explicativos sobre las reacciones químicas se mostraban ya contruidos, pasando directamente al modelo atómico y de colisiones para explicar los cambios químicos. Un salto tan brusco del nivel de representación macroscópico al submicroscópico suponía una gran dificultad cognitiva para el alumnado de 3º de ESO, ya que aún no cuentan con una capacidad de abstracción suficiente para su correcta interpretación. Por ello, una de las principales mejoras aplicadas a la unidad ha sido promover que los estudiantes se impliquen en la construcción propia de dichos modelos, ayudándose del uso de recursos como analogías (fichas de colores) o representaciones gráficas (diagramas de partículas), y a través de la realización de experiencias investigativas que permiten modelizar mediante la indagación, con la finalidad de conectar de una manera gradual la visión macroscópica y submicroscópica o simbólica de los fenómenos estudiados.

Asimismo, la unidad didáctica impartida en las prácticas priorizaba más la resolución de ejercicios de aplicación del principio de conservación de la masa o de ajuste de ecuaciones químicas que la mayoría del alumnado no llegaba a entender plenamente. Así, también se ha propuesto dar un mayor protagonismo a actividades más cualitativas basadas en la construcción y uso de modelos para interpretar sistemas materiales (diferenciación entre cambio químico y cambio físico, sustancias y mezclas...), realizar predicciones, o argumentar a partir de evidencias experimentales, de tal manera que los aspectos más cuantitativos como el balanceo de ecuaciones químicas queden en un segundo plano.

Por tanto, aunque el diseño de esta unidad ha introducido cambios importantes que permiten mejorar el aprendizaje significativo sobre las reacciones químicas por parte del alumnado, sería conveniente, de cara al futuro, graduar un poco más algunos ejercicios, con la finalidad de atender mejor a la diversidad. Además, otra posible mejora futura podría consistir en utilizar más medios informáticos ya que, aunque en esta unidad también se promueve el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (PowerPoint, tareas de búsqueda de información en internet), se

podrían informatizar algunas actividades como la ficha de autoevaluación del alumnado, o el examen (Ej.: plataforma Moodle).

Por otro lado, también cabe destacar que la unidad didáctica planteada consigue transmitir al alumnado ciertos aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia, ya que se intenta mostrar en todo momento que los modelos científicos no son definitivo, aunque podría afianzarse más mediante la incorporación de actividades que mostrarán la evolución histórica de los modelos de cambio químico.

Con respecto a conseguir mejorar la actitud favorable del alumnado hacia el tema tratado en la unidad, además de las mejoras antes mencionadas, es muy importante que el profesor disponga de experiencia y habilidades sociales para motivar a los estudiantes, siendo por tanto algo fundamental y a tener en cuenta que se debe ir adquiriendo durante el desarrollo de la carrera profesional como docente.

Finalmente, otra implicación educativa que me gustaría destacar es la de valorar la comunicación con los alumnos/as. Es importante tener en cuenta sus opiniones, tanto con vistas a mejorar de forma continúa el proceso de enseñanza-aprendizaje, como para fomentar que se desarrollen como adultos críticos y responsables, capaces de defender y argumentar sus propias ideas. Asimismo, es fundamental que haya una cooperación permanente entre los docentes, asegurando siempre más posibilidades de éxito que trabajar de forma aislada desde cada asignatura. Así, es fundamental tanto el trabajo cooperativo a nivel de aula, como a nivel de centro educativo.

En conclusión, aunque se han presentado un gran número de mejoras e implicaciones didácticas relacionadas con la unidad impartida durante las prácticas, pienso que nunca serán suficientes ya que siempre se puede mejorar más y, a pesar de que pueda funcionar perfectamente con un grupo de estudiantes, siempre puede fallar con otros, debido a que nunca debemos olvidar que trabajamos con seres humanos que pueden reaccionar de muchas maneras diferentes. En definitiva, pienso que este Máster ha sido toda una aventura que comencé sin saber lo complejo que era ser docente, y a medida que he ido avanzando me he dado cuenta de la dificultad de esta profesión. Espero que el comienzo de mi camino como profesor, tan complejo y duro, pero maravilloso y gratificante a la vez, solo haya escrito su primer capítulo, y

aun queden muchas más historias que contar sobre esta gran aventura que es la enseñanza...

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aragón, M. del M., Bonat, M., Oliva, J. M. y Mateo, J. (1999). Las analogías como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 21, 109-116.
- Aragón, M. del M. (2004). La ciencia de lo cotidiano. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(2), 109-121.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1989). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México, D.F.: Trillas.
- Ausubel, D., Novak, J., Hanesian, H. (1991). *Psicología educacional. Un punto de visto cognitivo*. México, D.F.: Trillas.
- Benarroch Benarroch, A. (2000). El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 235-246.
- Benarroch Benarroch, A. (2001). Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 123-134.
- Bent, H.A. (1984). Uses (and abuses) of models in teaching chemistry. *Journal of Chemical Education*, 61, 774-777.
- Ben-zvi, R., B. Eylon y J. Silberstein (1986). "Is an Atom of Copper Malleable?", en *Journal of Chemical Education*, 63, 64-66.
- Blanco, A. y Prieto, T. (1994). Las disoluciones. Dificultades de aprendizaje y sugerencias para su enseñanza. *Revista Alambique*, 1. Recuperado a partir de <http://alambique.grao.com/revistas/alambique/001-materiales-curriculares/las-disoluciones>
- Briggs, H. y B. Holding (1986). Aspects of Secondary Students' Understanding of Elementary Ideas in Chemistry: Full Report, Children's Learning in Science Project Leeds, University of Leeds.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencia. En: *Enseñar Ciencias*. Coord. Jiménez Aleixandre, P. Ed. Grao. Barcelona. 95-118.

- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 39, 8-19.
- Cabrera Castilla, H.G. y García Arteaga, E.G. (2014). Historia de las ciencias en la enseñanza de la ciencia: el caso de la reacción química. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(2), 298-313.
- Clement, J. (1989). Learning via Model Construction and Criticism - Protocol evidence on sources of creativity in science, en Glover, J.A., Ronning, R.R. y Reynolds, C.R. (eds.), *Handbook of Creativity*, 341-381. Nueva York: Plenum.
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. y Zabala, A. (2000). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.
- De Vos y Verdonk. (1987a). A New Road to Reactions, Part 4, The Substance and its Molecules. *Journal of Chemical Education*, 64, 692-694.
- Driver, R. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23, 5-12.
- Duggan, S. y Gott, R. (1995). The place of investigations in practical work in the UK National Curriculum for Science. *International Journal of Science Education*, 17(2), 137-147.
- Erduran, S. (2001). Philosophy of Chemistry: An emerging field with implications for chemistry education. *Science y Education*, 10(6), 581-593.
- Ferreira, P.F.M. y Justi, R. (2005). *From chemical reaction to chemical equilibrium: learning through modelling*. Comunicación presentada en V Conference of the European Science Education Research Association. Barcelona.
- García, E. *Las prácticas experimentales en los textos y su influencia en el aprendizaje. Aporte histórico y filosófico en la física de campos*. 2011. Tesis (Doctoral) – Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona.
- García Barros, S., Martínez Losada, C. y Suárez Debén, M. (2007). Explorando las disoluciones: entre la teoría y la práctica. *Revista Alambique*, 52, 65-72.
- Gensler, W. (1970). "Physical versus Chemical Change", en *Journal of Chemical Education*, 47 (2), 154-155.
- Gómez Crespo, M. A. (1996). Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 3(7), 37-44.

- González Fernández, M. (1999). Elementos frente a átomos. Raíces históricas e implicaciones didácticas. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 21, 59-66.
- Gregorius, R. M., Santos, R., Dano, J. B. y Gutierrez, J. J. (2010). Can animations effectively substitute for traditional teaching methods? Part I: preparation and testing of materials. *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 253-261.
- Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 541-562.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Jiménez Aleixandre, M.P. (2012). *La naturaleza de la ciencia en acción: Prácticas sociales científicas y metacognición en la clase y el laboratorio*. VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las ciencias. "Ciencia, Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias". Madrid, España.
- Johnson, P. (1996). "What is a substance?", en *Education in Chemistry*, marzo, 41-45.
- Johnstone, A. H. (1993). The Development of Chemistry Teaching. *Journal of Chemical Education*, 70, 701-705. <http://doi.org/10.1126/science.15.370.161>
- Justi, R. y Gilbert, J.K. (2002a). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Justi, R. y Gilbert, J.K. (2002b). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1273-1292.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.
- Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos de básicos de química*. México: Editorial Santillana.
- Landau, L., Ricchi, G. y Torres, N. (2014). Disoluciones: ¿Contribuye la experimentación a un aprendizaje significativo? *Educación Química*, 25(1), 21-29. [http://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70519-1](http://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70519-1)
- Lavoisier, A. (1775). Memorias sobre la naturaleza del principio que se combina con los metales durante la calcinación y que causa el aumento de su peso. In J.

- Muñoz, L. Leloir, & E. Braun (Eds.), *Memorias sobre el oxígeno, el calórico y la respiración*. Buenos Aires: EMECÉ, p. 81 – 90.
- Lavoisier, A.L. (1982). *Tratado Elemental de Química*. Madrid: Alfaguara.
- Leicester, H. M. (1967). *Panorama histórico de la Química*. Madrid: Alhambra, p. 159.
- López González, W. O. y Vivas Calderón, F. (2009). Estudio de las preconcepciones sobre los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de noveno Grado. *EDUCERE Investigación arbitrada*, 45, 491-499.
- Madrid, J. C., Arellano, M., Jara, R., Merino, C. y Balocchi, E. (2013). El aprendizaje cooperativo en la comprensión del contenido «disoluciones». Un estudio piloto. *Educacion Química*, 24(EXTRAORD. 2), 471-479.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. y Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Pro, A. (1988). ¿Se puede enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 21-42.
- Raviolo, A., Siracusa, P., Gennari, F. y Corso, H. (2004). Utilización de un modelo analógico para facilitar la comprensión del proceso de preparación de disoluciones. Primeros resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 379-388.
- Reid, D. J. y Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid: Narcea.
- Sánchez Blanco, G., de Pro Bueno, A. y Valcárcel Pérez, M. A. V. (1997). La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 35-50.
- Shayer, M. y Adey, P. (1984). *La ciencia de Enseñar Ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Madrid: Editorial Narcea.

ANEXOS

SESIONES 1 Y 8: FICHA DE ACTIVIDAD A-1

Práctica de laboratorio: "Oxidación del hierro. El papel del oxígeno"

PARTE 1 (20 min).

¿Por qué investigar la oxidación del hierro y no la de otro metal?

Algunos metales se oxidan cuando están al aire libre, dando lugar a óxidos, es decir, sufren la que se conoce por corrosión. Vuestro grupo de intrépidos científicos se dedicará al hierro debido al impacto económico que puede llegar a suponer su oxidación. Aproximadamente un 5% de la producción de hierro se emplea en reponer el que se ha oxidado. Es decir, de cada 1000 millones, ¡50! ¡Ahí es nada!



Imagen 1. Formación de óxido de hierro

Otros metales, sin embargo, se oxidan más lentamente (como ocurre con el cobre, apareciendo una capa verdosa, o la plata) o, simplemente, no se corroen y mantienen el brillo, como es el caso de los metales preciosos: el oro y el platino (por esta misma razón son tan escasos y valiosos).

- Materiales necesarios para iniciar la investigación (comprobad que no os falta nada):

-Trozo de lana de hierro.

- Trozo de estropajo.
- 2 Tubos de ensayo.
- 2 Gomillas.
- Recipiente de vidrio.
- Pinza y soporte universal.
- Agua.



1) ¿Qué sustancia o sustancias pueden llegar a intervenir en la oxidación del hierro?

2) Haced un dibujo que represente cada una de las etapas del montaje que se muestra a continuación, y después *¡tendréis que realizarlo vosotros para poder iniciar la investigación!*

- Pesamos la lana de hierro en la balanza electrónica (*se explicará a los grupos como se debe utilizar*) **¡Este dato os hará falta en el futuro!**
- Introducimos el trozo de lana de hierro (previamente humedecida con unas gotas de agua) en el fondo del tubo de ensayo.
- Llenamos la mitad del recipiente de vidrio con agua, y gira el tubo, previamente sujetado con la pinza y el soporte, de tal manera que se sitúe bocabajo, penetrando en el agua, y la lana de hierro quede en la zona superior.
- Marcamos con una gomilla el nivel alcanzado por el agua.

3) Una vez realizado el montaje, ¿qué cambios pueden tener lugar dentro de una semana? Dibujad y justificad lo que pensáis que ocurrirá.

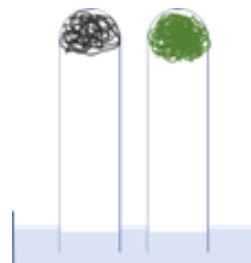
4) ¿Qué podríamos hacer para confirmar si realmente va a ocurrir la oxidación en el interior del tubo y no otro fenómeno? ¿Sería posible hacer una comparación con otro material? Con los materiales que os quedan, debéis dibujar, justificar y finalmente hacer el montaje de un experimento que solucione este problema.

PISTA: *El estropajo no está constituido por hierro...*

PARTE 2 (50 min) (después de una semana, en función de las condiciones atmosféricas)

4) ¿Hay diferencias entre lo que ha sucedido en el experimento y las predicciones que realizasteis hace una semana? En el caso de que las haya, explicad cuales son ¿Os ha sorprendido lo ocurrido? ¿Por qué?

5) ¿Hay diferencias entre el tubo con la lana y el tubo con el estropajo? En uno de los dos tubos, ¿por qué sube el nivel de agua? ¿Por qué hay menos aire en su interior? ¿Qué ha sucedido con el aire? ¿Qué componente del aire ha podido desaparecer? ¿Por qué en el otro tubo no ha ocurrido nada?



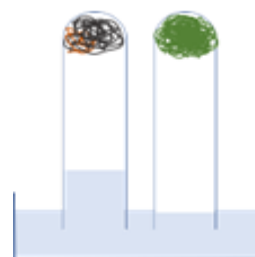
6) ¿Cómo se ha formado el óxido de hierro? ¿Qué diferencias hay entre el hierro y el óxido de hierro? ¿Cómo podemos interpretar lo ocurrido? ¿Qué le ha podido ocurrir a las moléculas de oxígeno, O_2 ? Podéis usar las fichas circulares de colores para explicarlo.



7) Si el óxido de hierro formado tiene por fórmula Fe_2O_3 , simulad, con las mismas fichas, el proceso que tiene lugar, representándolo después en vuestros cuadernos mediante un diagrama de partículas.

8) Escribid en vuestros cuadernos la ecuación química que pensáis que representa el proceso de oxidación del hierro.

9) A partir del resultado de la experiencia (ver dibujo de la derecha), ¿cómo podemos determinar, de forma aproximada, el volumen de oxígeno consumido?



10) Si en la atmósfera terrestre hay un 20% de O_2 , ¿coincide el volumen que habéis determinado en el tubo con este dato? ¿Por qué?

***¿Os acordáis de cuando pesasteis la lana de hierro?
¡Ahora os va a hacer falta para terminar la
investigación!***



11) Si pesamos de nuevo la lana de hierro en la balanza electrónica, ¿ha variado la masa? ¿Por qué? Si se ha producido dicha variación, ¿crees que puede estar relacionada con el volumen de oxígeno consumido durante la experiencia? Justificad vuestras respuestas.

12) Recordando el experimento con el tiosulfato, se pudo comprobar que se conservaba la masa entre los reactivos y los productos de la reacción que se estudió, según los datos que habéis obtenido, ¿también se conserva la masa en el proceso de oxidación del hierro? Argumentad que ha podido suceder.

PISTA: La masa no se crea ni se destruye, solo se transforma...



13) Finalmente, cada grupo deberá anotar las conclusiones finales obtenidas a partir de la experiencia, y defender ante los demás compañeros un modelo (utilizando fichas, diagrama de partículas o una ecuación química) que represente el proceso de oxidación del hierro.

¡Tendréis que justificar porque habéis seleccionado dicho modelo!

SESIÓN 2: FICHA DE ACTIVIDAD A-2

Práctica de laboratorio: “El misterio de la malaquita”

PARTE 1 (30 min).

Nuestra historia comienza....

Cuando un grupo de exploradores, tras muchas horas de búsqueda, se encuentran con un mineral verdoso que desconocen. Por tanto, deciden coger una porción para investigar sus características, descubriendo que se trata de la “malaquita”, un mineral constituido por carbonato de cobre (II). Al seguir buscando información sobre dicho hallazgo, encuentran que proviene del griego *malaqh*, que significa “malva”, debido a su color verde. Por otro lado, en la antigüedad era utilizado como colorante, pero actualmente se usa sobre todo como piedra semipreciosa en la fabricación de joyas. Además, se puede extraer cobre a partir de dicho mineral.



Imagen 2. Aspecto original de la “malaquita”

Tras esta pequeña investigación inicial, ¡llegan a la conclusión de que su hallazgo puede hacerles ricos!, pero necesitan confirmar si realmente es “malaquita” u otro mineral diferente. Por tanto, os envían una foto de la piedra misteriosa, junto con un bote de malaquita triturada, con la finalidad de que vuestro grupo, con la ayuda de la química, pueda resolver el misterio.

- Materiales disponibles para resolver el caso (¡comprobad que los tenéis todos!:

- Carbonato de cobre (II).
- Agua de cal.
- Tubo de ensayo.
- Cápsula de porcelana.
- Mechero bunsen.
- Balanza electrónica.
- Pinza y soporte universal
- Tapón perforado.
- 2 tubos de plástico flexibles.
- Cerillas.



Pero antes de empezar...

- ¡Debemos tomar precauciones porque nos podemos quemar!, y utilizaremos para protegernos los siguientes equipos de protección de individual:



- Bata de laboratorio.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de protección térmica.



- Y nos debemos preguntar... ¿La malaquita es un elemento o un compuesto? Razonad la respuesta.

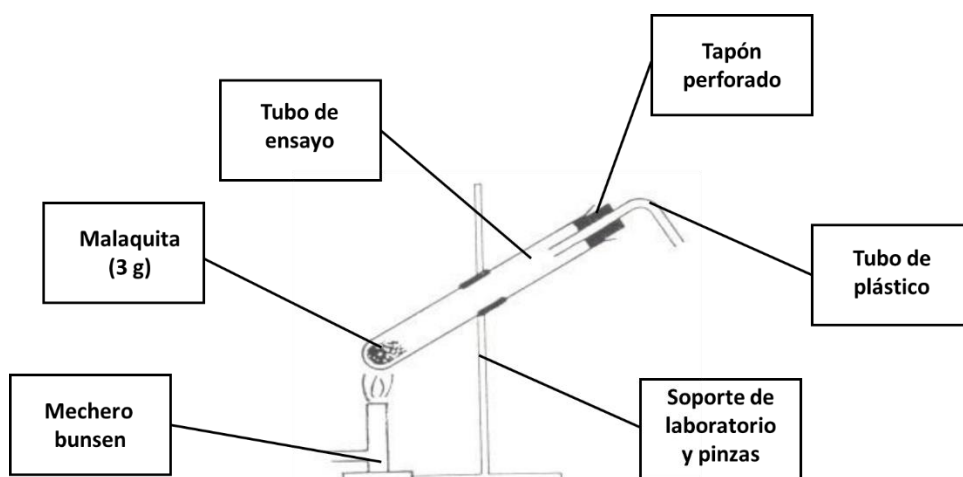


¡Comienza el juego de la ciencia!

- Para comprobar si realmente es malaquita (carbonato de cobre (II)), y si es un elemento o un compuesto, habría que investigar si se descompone o no en otras sustancias más simples.



- Para ello, pesamos 3 gramos de carbonato de cobre (II) en la placa de porcelana, haciendo uso de la balanza electrónica (*el docente recordará de nuevo como utilizarla*), y los colocamos en el tubo de ensayo. A continuación, debéis hacer el montaje que se indica en la siguiente figura.



- Calentad suavemente el tubo que contiene el carbonato de cobre y describid los fenómenos que observáis, **¿qué tipo de cambio se produce? ¿Es un cambio químico o un cambio físico?** Haced un dibujo de lo que pensáis que ocurrirá y justificad vuestras predicciones.

- **¿Cómo podéis demostrar el tipo de cambio que ha tenido lugar en el tubo de ensayo?** Proponed posibles estrategias. En la **PARTE 2** encontrareis algunas pistas que os han proporcionado los exploradores y *¡os pueden ayudar a encontrar la solución al misterio!*

PARTE 2 (30 min)

(No repartir hasta que los diferentes grupos de alumnos/as hayan propuesto estrategias para determinar el tipo de cambio que se ha producido).

Para dar con la clave del cambio que se ha producido en la malaquita, podéis...

1) Acercar el extremo del tubo de plástico que no está en el interior del tubo a una cerilla encendida **¿Qué le sucede a la llama?** Describid lo ocurrido.

2) Sumergir el mismo extremo del tubo de plástico en un vaso de precipitados lleno de agua de cal (PISTA: el agua de cal es hidróxido de calcio diluido en agua).

A continuación, observad que sucedería si llenáis otro vaso de agua de cal y sopláis en el interior del mismo con el tubo de plástico que quedaba por utilizar.

Finalmente, comparad lo sucedido en ambos casos **¿Se produce algún cambio en el agua de cal? ¿Hay diferencias entre los resultados obtenidos en ambas experiencias? Si se ha producido un cambio en el agua, ¿qué puede estar ocurriendo?**

¡Si hacéis todas las pruebas podréis descifrar el enigma más fácilmente!

Ya va quedando menos para llegar a la solución pero aún queda por comprobar un último indicio que se nos escapó...

- Observad el sólido del tubo de ensayo **¿Ha cambiado? ¿Se diferencia en algo del original?** Justificad que ha podido ocurrir.



(No repartir hasta que se desarrollen las actividades de la anterior página).

Por último, para conseguir reunir todas las pistas que hacen falta y averiguar lo sucedido...

- ¿Cómo podemos hacer uso del sólido en el interior del tubo para comprobar los cambios que se han producido? ¿Qué estrategia se os ocurre?

PISTA: Sabemos lo que pesaba antes...

Al terminar la investigación, recibís una llamada de los exploradores y os confirman que la sustancia analizada será malaquita si al calentarla se descompone en óxido de cobre (II) (sólido negro) y dióxido de carbono (un gas).



¡EUREKA! Ya tenéis todas las pistas que necesitáis...

Escribid las conclusiones a las que ha llegado el grupo en función de los resultados que habéis obtenido durante la experiencia. Para ello, tendréis que hacer un esquema de lo ocurrido, respondiendo y justificando las siguientes preguntas:

- ¿La sustancia analizada es malaquita? ¿Es un elemento o un compuesto?**
- ¿Se ha producido un cambio químico o un cambio físico?**
- ¿El agua de cal experimentaba algún cambio? Explicad que pudo suceder.**

SESIÓN 3: FICHA DE ACTIVIDAD A-3

Actividades de clasificación y representación de sistemas materiales

PARTE 1 (20 min)

1. Haciendo uso del modelo mecánico de fichas, dibujad las moléculas que representan las fórmulas químicas de las siguientes sustancias:

- a) Agua pura (H_2O).
- b) Dióxido de azufre (SO_2).
- c) Dióxido de carbono (CO_2).
- d) Metano (CH_4).

2. Utilizando el mismo modelo de fichas, representad las siguientes reacciones químicas (también mostradas en la pizarra):

- a) 2 moléculas de Hidrógeno (H_2) + 1 molécula de Oxígeno (O_2) \rightarrow 2 moléculas de agua (H_2O)
- b) 1 molécula de metano (CH_4) + 1 molécula de oxígeno (O_2) \rightarrow 1 molécula de dióxido de carbono (CO_2) + 2 moléculas de agua (H_2O)

PARTE 2 (20 min)

Cada grupo de alumnos/as deberá clasificar los siguientes sistemas materiales, explicando en sus cuadernos las razones de sus diferentes elecciones.

3. Asocia cada sistema material con su clasificación adecuada:

El uranio	Es una mezcla heterogénea de diferentes metales
Una moneda	Es una disolución (o mezcla homogénea) de varios metales
El gas natural	Es una mezcla heterogénea líquida
Agua azucarada	Es una mezcla homogénea (disolución) de diferentes gases
La sangre	Es un elemento (o sustancia elemental)
El bronce	Es una disolución (o mezcla homogénea) de sólido en líquido

4. Clasifica los siguientes sistemas materiales en sustancias elementales (o elementos), sustancias compuestas (o compuestos) o mezclas:

- a) El agua pura.
- b) El Cobre
- c) El vino
- b) El Amoníaco
- c) El Dióxido de azufre
- d) El sodio.
- e) El café diluido en agua.
- f) El hidruro de potasio.

5. Clasifica las siguientes transformaciones en cambios físicos o cambios químicos:



PARTE 3 (20 min)

6. Dibujad en vuestros cuadernos todas las representaciones realizadas con las fichas en los ejercicios anteriores, indicando que átomo representa cada color. En el caso de las reacciones químicas, ¿debe haber el mismo número de átomos (o fichas cada color) en los reactivos y los productos? Justificad vuestras respuestas.

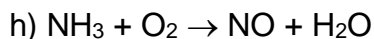
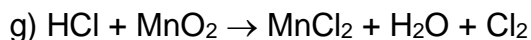
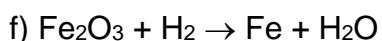
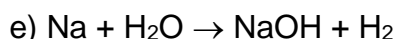
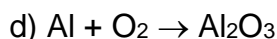
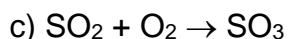
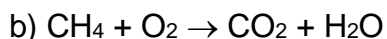
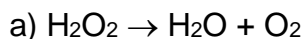
7. Representad las fórmulas químicas de las siguientes sustancias:

- a) Hidruro de potasio.
- b) Amoníaco.
- c) Hidróxido de calcio.
- d) Cloruro de berilio.

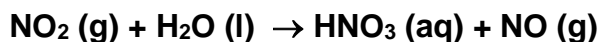
SESIÓN 5: FICHA DE ACTIVIDAD A-4

Relación de ejercicios de ajuste de ecuaciones químicas

1. Ajusta las siguientes ecuaciones químicas, indicando los pasos que has seguido para obtener la solución:



2. La lluvia ácida se origina cuando gases procedentes de emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) y de óxidos de azufre (SO_2) reaccionan con el vapor de agua atmosférico, formando ácidos corrosivos que pueden afectar al entorno que nos rodea. Una de las reacciones que se producen es:



a) Ajusta la ecuación química de la reacción, indicando cuales son los reactivos y los productos.

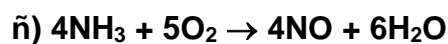
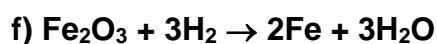
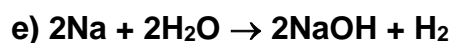
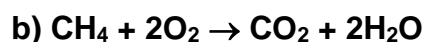
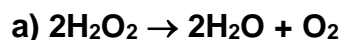
b) Teniendo en cuenta que a partir de 138 g de dióxido de nitrógeno (NO_2) y 18 g de agua (H_2O), se formarían 30 g de óxido de nitrógeno (NO), ¿qué cantidad de ácido nítrico (HNO_3) se obtendría?

3. El hierro es un metal muy abundante y con muchas aplicaciones (se utiliza, por ejemplo, para fabricar acero). Un problema del hierro es que se oxida fácilmente combinándose con el oxígeno del aire. Así, a partir de 111,68 g de hierro y una cierta cantidad de oxígeno se puede formar 143,68 g de óxido de hierro (II). Se pide:

- a) Ecuación química ajustada, que representa a la reacción, indicando los estados de agregación de las sustancias.
- b) ¿Qué masa de oxígeno sería necesaria para formar la cantidad indicada de óxido de hierro (II)?

- Soluciones (para que el alumnado pueda revisar su propio progreso):

1.



2. a) $3\text{NO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) (\text{REACTIVOS}) \rightarrow 2\text{HNO}_3 (\text{aq}) + \text{NO} (\text{g}) (\text{PRODUCTOS})$; b)
126 g de HNO_3

3. a) $2\text{Fe} (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2\text{FeO} (\text{s})$; b) 32 g de O_2

SESIÓN 6: FICHA DE ACTIVIDAD A-5

Práctica de laboratorio: “Estudio de la velocidad de reacción entre el tiosulfato y el ácido clorhídrico”

Nuestro objetivo es investigar...

Como puede variar la velocidad de reacción entre el tiosulfato de sodio y el ácido clorhídrico, que se puede representar mediante la siguiente ecuación química:



Para ello, haremos uso de los siguientes materiales (comprobad que no os falta nada):

- Reactivos: Disolución de tiosulfato de concentración 30 g/l y aguafuerte (equivale a una disolución de ácido clorhídrico al 23%).
- Probetas de 100 y 10 ml.
- 6 vasos de precipitados.
- Cronómetro.

Pero antes de empezar...

- ¡Debemos tomar precauciones porque el ácido clorhídrico es corrosivo y forma vapores irritantes!, y utilizaremos para protegernos los siguientes equipos de protección de individual:

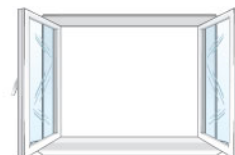


- Bata de laboratorio.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de protección contra productos químicos

- Mascarilla.



¡Recuerda mantener las ventanas del laboratorio abiertas para que se ventile!



Y una vez preparados... ¡Comienza la investigación!

1) A continuación vamos a comprobar como la concentración de reactivo puede influir en la velocidad de reacción, **observad y anotad los cambios que observéis, reflejando en la tabla el tiempo en el que transcurre cada experiencia.**

	V $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)	V H_2O (mL)	V HCl (mL)	t (s)
Experiencia 1	20	0	10	
Experiencia 2	30	10	10	

Para ello, **debéis seguir los siguientes pasos para que los experimentos salgan bien (aseguraos de poner el número indicado en la descripción de cada experiencia a los vasos que utilicéis):**

a) Experiencia 1 (3 vasos de precipitados, probetas de 100 y 10 ml):

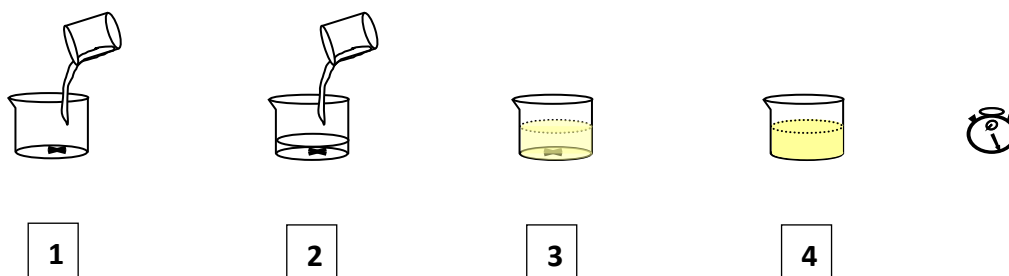
- Añadir 20 ml de tiosulfato con la probeta de 100 ml en el vaso 1.
- Añadir 10 ml de ácido clorhídrico (aguafuerte) con la probeta de 10 ml en el vaso 2.
- Antes de mezclar ambos reactivos, tendréis que pesar el vaso 1 (tiosulfato), el vaso 2 (aguafuerte) y el vaso 3 (vacío) al mismo tiempo en la balanza electrónica **¡Este dato os hará falta en el futuro!**
- Mezclar ambos reactivos en el vaso 3.

b) Experiencia 2 (3 vasos de precipitados, probetas de 100 y 10 ml):

- Añadir 20 ml de tiosulfato y 10 ml de agua con la probeta de 100 ml en el vaso 4.
- Añadir 10 ml de ácido clorhídrico (aguafuerte) con la probeta de 10 ml en el vaso 5.
- Mezclar ambos reactivos en el vaso 6.

¡Pero no se os va a dar todo hecho! Debéis investigar sobre cómo medir la velocidad de reacción, teniendo en cuenta que...

Quando se añade una disolución de tiosulfato de sodio a una disolución de ácido clorhídrico, al cabo de un tiempo aparece una **turbidez** que acaba volviendo la mezcla opaca, **observad el esquema de reacción siguiente para proponer una estrategia que os permita medir la velocidad de reacción con el material disponible.**



PISTA: *Debéis describir el orden correcto para añadir los reactivos, cuando se debe empezar a medir el tiempo, que criterio escogéis para determinar que la reacción ha finalizado...*

Habéis terminado los experimentos pero ahora debéis pensar que ha ocurrido...

2) Una vez terminados los experimentos, formulad una hipótesis sobre todo lo ocurrido que responda a las siguientes preguntas:

- Si la concentración de la disolución original de tiosulfato es de 30 g/l, ¿qué concentración de tiosulfato debe haber en las experiencias 1 y 2?
- ¿Por qué una de las experiencias tarda menos que la otra?
- ¿Qué otros factores se podrían variar para cambiar la velocidad de reacción?

- ¿A qué se debe el color amarillo que aparece? ¿Y el olor?

3) ¿Pensáis que se habrá producido variación de masa entre los reactivos y los productos de la reacción estudiada? Justificad las respuestas.

¿Os acordáis de los vasos que pesasteis al comienzo del experimento? ¡No tiréis los productos que se han obtenido en la Experiencia 1!

4) Volved a pesar de nuevo los tres vasos de la Experiencia 1. Si comparamos la masa obtenida con la que se determinó al comenzar la experiencia, ¿qué observáis? ¿Se corresponde con lo que pensabais antes?

SESIÓN 11: FICHA DE AUTOEVALUACIÓN A-6

	Poco	Algo	Bastante	Mucho
Soy capaz de diferenciar entre elemento, compuesto y mezcla, además de poner ejemplos de cada tipo.				
Se distinguir entre cambio químico y cambio físico, y pongo de ejemplos de cada uno.				
Me cuesta trabajo interpretar una ecuación química, prefiriendo utilizar las fichas de colores o dibujar las partículas cuando represento una reacción.				
Soy capaz de ajustar una ecuación química.				
He entendido el principio de conservación de la masa.				
Se han dado bien resolver los problemas que se planteaban en las diferentes actividades.				
Comprendo el lenguaje que se ha utilizado durante las clases.				
Soy capaz de encontrar y seleccionar información en internet para realizar un trabajo.				
Encuentro relación entre todos los contenidos que se han dado, y soy capaz de relacionarlos con otras asignaturas.				
Pienso que el tema tiene bastante interés para la vida cotidiana.				

SESIONES 12 y 13: FICHA A-7

Examen Final

1. Clasifica, de forma razonada, los siguientes sistemas materiales en sustancias elementales (o elementos), sustancias compuestas (o compuestos) o mezclas:

- a) Una moneda.
- b) El uranio.
- c) El bronce.
- d) Amoníaco.
- e) El Cobre.
- f) El Dióxido de azufre.

2. (1.5 puntos) Clasifica las siguientes transformaciones en cambios físicos o cambios químicos. Explica en cada caso la razón de tu elección.

- a) La dilatación de una varilla metálica al aumentar la temperatura.
- b) La madera quemándose en una chimenea.
- c) La disolución de sal en agua.
- d) La descomposición de la malaquita, en óxido de cobre (II) y dióxido de carbono, al aplicar calor.
- e) Un cubito de hielo que se transforma en agua líquida.
- f) La oxidación del hierro.

3. (2 puntos) Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. En caso de que sean erróneas, justifica cual sería la respuesta correcta.

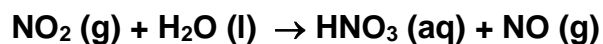
- a) A mayor temperatura, aumenta la velocidad de reacción debido a que aumenta la energía de las moléculas, dando lugar a un mayor número de choques entre ellas que serán, además, más energéticos.

- b) Cuanto menor sea la concentración de reactivo en una reacción, mayor será la velocidad a la que se formen los productos debido a que las moléculas chocarán con más facilidad.
- c) El hierro se oxida porque contiene un componente que se estropea con el tiempo, dando lugar a un color rojizo característico.
- d) La malaquita es un elemento químico muy valioso que se utiliza en la fabricación de joyas.

4. (2 puntos) Ajusta las ecuaciones químicas siguientes (indica los pasos que has seguido para resolver cada ajuste):

- a) $\text{CH}_4 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g})$
- b) $\text{Na} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{NaOH} (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g})$

5. (2 puntos) La lluvia ácida se origina cuando gases procedentes de emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) y de óxidos de azufre (SO_2) reaccionan con el vapor de agua atmosférico, formando ácidos corrosivos que pueden afectar al entorno que nos rodea. Una de las reacciones que se producen es:



- a) Ajusta la ecuación química de la reacción, indicando cuales son los reactivos y los productos.
- b) Teniendo en cuenta que a partir de 138 g de dióxido de nitrógeno (NO_2) y 18 g de agua (H_2O), se formarían 30 g de óxido de nitrógeno (NO), ¿qué cantidad de ácido nítrico (HNO_3) se obtendría?

6. ¿Por qué se está produciendo un aumento del efecto invernadero en nuestro planeta? Explícalo de forma breve y esquemática.

SESIÓN 13: FICHA A-8

Cuestionario de valoración

1. ¿Has entendido todos los contenidos que se han impartido? ¿Te ha costado entender algún contenido en especial?
2. ¿Te ha parecido buena la metodología (presentaciones en PowerPoint, experimentos,...) utilizada por el profesor? ¿Crees que se podría mejorar algo?
3. En este tema, las actividades que más me han gustado han sido... (Indicar brevemente la razón).
4. Y las que hubiera quitado son... Debido a....
5. Creo que lo más importante y a lo que se debería haber dedicado más tiempo es... y se le debería haber dado menos importancia a...
6. Si tú fueras el profesor/a, ¿qué cambiarías o mejorarías?

ANEXO 9: RÚBRICAS DE EVALUACIÓN

Rúbrica para evaluar el trabajo en equipo

CATEGORÍA	1 Inicial	2 Intermedio	3 Avanzado	4 Experto
<i>Integración en el equipo</i>	No hay integración.	La integración es regular.	La integración es buena.	La integración es excelente.
<i>Resolución de conflictos</i>	En situaciones de conflicto, no argumenta sus opiniones, escucha las de los demás, o las valora.	En momentos de desacuerdo, argumenta sus opiniones y escucha las de los demás, pero no las valora.	En los conflictos, argumenta sus opiniones, escucha y valora las de los demás, pero entre todos los integrantes del grupo no se llega a un consenso satisfactorio.	En momentos de desacuerdo, siempre argumenta sus opiniones, escucha y valora las de los demás. Se consigue llegar a un consenso satisfactorio para todos.
<i>Compromiso y responsabilidad individual</i>	No hay ni compromiso ni responsabilidad.	Solo en momentos puntuales se compromete y responsabiliza de la tarea del equipo.	Se compromete y responsabiliza pero hay momentos de dejadez. Normalmente ha hecho su parte del trabajo individual, ha explicado a los compañeros, y ha aceptado críticas y sugerencias.	El compromiso y responsabilidad con el equipo es total. Siempre ha hecho su parte del trabajo individual, ha explicado a los compañeros, y ha aceptado críticas y sugerencias.
<i>Participación</i>	Nunca o rara vez ha participado aportando ideas.	Ha participado aportando ideas en pocas ocasiones.	Normalmente ha participado activamente aportando ideas.	Siempre ha participado muy activamente aportando ideas.

Rúbrica para evaluar trabajos de búsqueda de información

ASPECTOS A PUNTUAR	1 Inicial	2 Intermedio	3 Avanzado	4 Experto
<i>Contenidos presentación multimedia</i>	Presenta ideas incompletas y sin orden. No usa medios multimedia.	Omite o da de forma incompleta la información de su trabajo. Usa pocos medios multimedia.	Omite o da de forma algo incompleta la información de su trabajo. Usa algunos medios multimedia.	Presenta de forma completa y correcta toda la información de su trabajo. Usa diversos medios multimedia.
<i>Presentación de ideas</i>	No presenta ideas originales, repite lo dicho por otros compañeros y en su texto se pierde porque empieza con el desarrollo de una idea y termina con otra.	Presenta sus ideas con mucha dificultad debido a que su léxico es bastante pobre y presenta bastantes redundancias.	Presenta sus ideas con algo de dificultad debido a que su léxico es reducido, presenta algunas redundancias y sus comentarios son bastante pobres.	Ha desarrollado una notable habilidad para presentar sus ideas de manera clara y ordenada, conoce los significados de las palabras y aporta comentarios propios, novedosos, críticos y razonados.
<i>Expresión escrita y oral en la presentación del trabajo</i>	Confunde por completo los conceptos de yuxtaponer, coordinar y subordinar oraciones, presenta constantes divagaciones y los párrafos no guardan ninguna relación entre si (de 11 errores en adelante).	Manifiesta un dominio pobre en la estructuración de oraciones y párrafos: son constantes los vicios del lenguaje, emplea muletillas y confunde significados de palabras (de 6 a 10 palabras).	Presenta algunos errores al estructurar párrafos y/u oraciones así como vicios del lenguaje (de 1 a 5 errores).	Presenta una redacción eficaz por medio de las estructuras gramaticales que conforman cada párrafo.
<i>Organización del trabajo</i>	No presenta su trabajo con esta estructura y aborda el tema sin ningún antecedente, además deja de manera inconclusa sus ideas.	Relaciona con dificultad cada parte de un escrito. Las secciones son pobres o tienen poca relación entre sí.	Relaciona con poca dificultad cada parte del texto y existe desequilibrio en cuanto a la extensión de cada parte de la redacción.	Presenta un texto equilibrado al incluir de manera completa la introducción, el desarrollo y la conclusión de su trabajo, existe equilibrio y concordancia

				entre cada parte de la redacción.
<i>Fuentes de información</i>	Hace el registro de forma incompleta.	Omite o da de forma incompleta el registro de dos fuentes.	Omite o da de forma incompleta el registro de una fuente.	Presenta de forma completa y correcta las fuentes de información utilizadas.
<i>Ortografía</i>	El trabajo presenta de 5 a 8 errores ortográficos.	El trabajo presenta de 3 a 4 errores ortográficos.	El trabajo presenta de 1 a 2 errores ortográficos.	El trabajo no presenta ningún error ortográfico.
<i>Forma de realizar la exposición</i>	No presentan una postura adecuada, usando un lenguaje inadecuado y no haciendo partícipe a los compañeros.	Presentan una postura adecuada, usando un lenguaje básico con bastantes muletillas y no haciendo partícipes a los compañeros.	Presentan una postura adecuada, usando un lenguaje apropiado con algunas muletillas y haciendo partícipes a los compañeros.	Presentan una postura adecuada, usando un lenguaje óptimo sin muletillas y haciendo partícipes a todos los compañeros.

Rúbrica para evaluar el portafolio

CATEGORÍA	1 Inicial	2 Intermedio	3 Avanzado	4 Experto
<i>Orden</i>	La falta de orden se debe a que el estudiante no incluyó la mitad de los trabajos solicitados.	La falta de orden se debe a que el estudiante no incluyó en el portafolio algunos de los trabajos solicitados.	Aunque el portafolio presenta los trabajos solicitados, estos no guardan el orden establecido desde el inicio.	Los trabajos solicitados guardan el orden establecido desde el inicio.
<i>Presentación</i>	La presentación del portafolio es muy sencilla.	La presentación del portafolio no es del todo clara.	La presentación del portafolio es normal.	La presentación del portafolio es creativa.
<i>Cambio conceptual</i>	Por medio de los trabajos incluidos en el portafolio se puede percibir que no hay cambio alguno en cuanto a los conceptos que se incluyen en ellos.	Por medio de los trabajos incluidos en el portafolio se percibe un cambio limitado en cuanto a los conceptos que se incluyen en ellos.	Por medio de los trabajos incluidos en el portafolio se puede percibir que se ha iniciado el proceso de cambio en cuanto a los conceptos que se incluyen en ellos.	Por medio de los trabajos incluidos en el portafolio se puede percibir que ha habido un cambio en cuanto a los conceptos que se incluyen en ellos.
<i>Reflexión</i>	No hay reflexión en los trabajos presentados.	Hay reflexión limitada en los trabajos presentados.	Existe una reflexión media en los trabajos presentados.	El proceso de reflexión está presente en los trabajos presentados.

Rúbrica para evaluar los mapas conceptuales

CATEGORÍA	1 <i>Inicial</i>	2 <i>Intermedio</i>	3 <i>Avanzado</i>	4 <i>Experto</i>
<i>Conceptos</i>	No están reflejados la mayor parte de los conceptos clave.	No están todos los conceptos clave, aunque sí la mayor parte (al menos el 60%) de ellos.	Los conceptos que el estudiante presenta en el mapa conceptual son los más importantes pero no hay otros adicionales.	Todos los conceptos importantes aparecen en el mapa y además se añaden otros que los complementan.
<i>Relación entre conceptos</i>	Las relaciones que presenta el mapa conceptual no son aceptables.	Algunos conceptos están bien relacionados.	Se presentan las relaciones más importantes en el mapa conceptual.	Además de relacionar los conceptos más importantes, el estudiante establece otras relaciones adicionales que complementan el mapa.
<i>Jerarquía</i>	Los conceptos están presentados sin ninguna jerarquía.	El mapa conceptual presenta en la parte superior los conceptos subordinados y en la parte inferior los conceptos generales.	El mapa conceptual solamente presenta conceptos generales.	Los conceptos están jerarquizados en forma lógica, es decir, en la parte superior se presentan los conceptos más generales y en la parte inferior los subordinados.
<i>Proposiciones</i>	Los conectores utilizados no son los correctos, por tanto no se pueden formar proposiciones lógicas.	Muchos de los conectores utilizados con los conceptos son incorrectos lo que hace que la relación entre los mismos para formar proposiciones es regular.	La mayor parte de los conectores utilizados con los conceptos son correctos, permitiendo la formación de proposiciones lógicas.	Todos los conectores utilizados con los conceptos permiten construir proposiciones excelentes.

Rúbrica para evaluar el examen

1) Preguntas 1 y 2 (1´5 puntos cada una).

- *Clasifica un sistema material correctamente y está bien justificado (0´25).*
- *Clasifica dos sistemas materiales correctamente y están bien justificados (0´5).*
- *Clasifica tres sistemas materiales correctamente y están bien justificados (0´75).*
- *Clasifica cuatro sistemas materiales correctamente y están bien justificados (1).*
- *Clasifica cinco sistemas materiales correctamente y están bien justificados (1´25).*
- *Clasifica todos los sistemas materiales correctamente y están bien justificados (1´5).*

2) Pregunta 3 (2 puntos).

- *Identifica correctamente solo la afirmación verdadera, no corrigiendo las que son erróneas (0´5).*
- *Identifica la afirmación verdadera, y corrige bien solo una de las erróneas (1).*
- *Identifica la afirmación verdadera, y corrige bien solo dos erróneas (1´5).*
- *Identifica la afirmación verdadera, y corrige bien solo tres erróneas (2).*

3) Pregunta 4 (2 puntos).

- *Ajusta correctamente una ecuación (1).*
- *Ajusta correctamente dos ecuaciones (2).*

- Pregunta 5 (2 puntos).

- *Resuelve solo uno de los dos apartados correctamente, no indicando cuales son los reactivos y productos de la reacción (0´5).*
- *Resuelve solo uno de los dos apartados correctamente, indicando cuales son los reactivos y productos de la reacción (1).*
- *Resuelve correctamente ambos apartados del problema, pero no ha indicado los pasos que ha seguido para resolverlos (en uno o en los dos), o no ha indicado los reactivos y productos de la reacción (1´5).*

- Resuelve correctamente ambos apartados del problema, indicando los pasos que ha seguido para obtener la solución (2).

- Pregunta 6 (1 punto)

- Define correctamente en que consiste el efecto invernadero pero no explica por qué se está produciendo un aumento del mismo (0'5).

- Explica correctamente en que consiste el efecto invernadero, y las principales causas del aumento del mismo, sin apoyarse en dibujos esquemáticos (0'75).

- Explica correctamente en que consiste el efecto invernadero, y las principales causas del aumento del mismo, apoyándose en dibujos esquemáticos (1).